GUILLERMO P. SALAS Y E. LOPEZ RAMOS

GEOLOGIA Y TECTONICA DE LA REGION DE MACUSPANA, TABASCO Y PARTE NORTE DE CHIAPAS

★

Sobretiro del Vol. III, Núms. 1-2,
págs. 3-56, 7 láms., del
BOLETÍN DE LA ASOCIACIÓN
MEXICANA DE GEÓLOGOS PETROLEROS

1951

GEOLOGIA Y TECTONICA DE LA REGION DE MACUSPANA, TABASCO Y PARTE NORTE DE CHIAPAS (*)

GUILLERMO P. SALAS Y E. LÓPEZ RAMOS (**)

INTRODUCCION

El área en estudio abarca una superficie de 2 800 Km^2 aproximadamente, como puede verse en el plano adjunto. La parte norte está limitada por los poblados de Jalpa y Macuspana, Tab., la parte este por Salto de Agua, Chis. y las partes sur y oeste por Tapijulapa y Tacotalpa, Tab., respectivamente. El extremo noreste del área está localizado a unos 30 Km al SE de Villahermosa, Tab., que es el punto geográfico más importante de esta región.

Tiene muy escasas vías de comunicación, siendo la más importante el F. C. del Sureste, que se inauguró después de la terminación del reconocimiento geológico. Existen igualmente, las valiosas vías fluviales de los ríos Tulijá, Puxcatán y Tacotalpa, que permitieron ocasionalmente (temporada de lluvias) trasladar el campamento, conforme progresaba la exploración.

Durante el prolongado trabajo en esta área hubo ocasión de estudiar la estratigrafía y tectónica de los sedimentos del Plioceno (Tres Puentes) al Cretácico Medio (Caliza Sierra Madre), incluyendo las formaciones del Mioceno, Oligoceno y Eoceno.

La exploración geológica, en general de semi-detalle, comprendió desde las primeras estribaciones de la Sierra del Norte de Chiapas hasta el flanco sur del sinclinal de Macuspana. El trabajo fué desarrollado en dos años y tres meses, continuamente interrumpidos por las abundantes lluvias de esta región.

(*) Original recibido el 15 de Diciembre de 1950.

(**) Geólogo Consultor y Geólogo, Gerencia de Exploración, Petróleos Mexicanos, respectivamente.

G. P. Salas y E. López Ramos

GEOMORFOLOGIA

Topografía.—El área estudiada se compone a grandes rasgos, de dos unidades topográficas bien marcadas, de las cuales se hablará en términos muy generales.

La primera unidad la constituye la extensa llanura que comienza, por el sur, en las estribaciones de la Sierra de Chiapas y llega por el norte hasta el Golfo de México y cuyo origen tuvo lugar indudablemente en las postrimerías del ciclo de erosión de los ríos que lo cruzan a intervalos más o menos regulares, los cuales drenan hacia el norte para desembocar en el Golfo de México.

La segunda unidad la constituye la zona que ocupa la antefosa de la unidad tectónica formada por la Sierra de Chiapas y se revela en la zona montañosa por formaciones que comprenden desde el Oligoceno de Simojovel, el Eoceno y el Cretácico del anticlinal de Puxcatán-Poposá y por el lado de Macuspana, en las calizas del Oligoceno.

A).—*Llanura de la Cuenca de Macuspana.*—Esta unidad topográfica es por demás interesante y en ella pueden observarse fenómenos de erosión hasta su nivel de base (como lo demuestra el delta de los ríos Grijalva y Usumacinta), originados por la extrema senectud y el rejuvenecimiento posterior causado por elevación epeirogénica y en otros casos, por elevaciones de orden tectónico local.

Desde los afluentes del río Grijalva, por el occidente del área estudiada, hasta los del río Usumacinta por el oriente, son evidentes los amplios meandros y cauces abandonados, que hoy forman lagos o lagunas ciegas. Por otra parte los barrotes de los ríos que forman represas en ambos lados retienen, tierra adentro, el derrame de los ríos en época de creciente y además, el delta que el río Usumacinta ha formado en su desembocadura al mar y el hecho de que las cuencas de drenaje de cada uno de estos grandes ríos, apenas si se distinguen una de otra, son pruebas evidentes de que estos ríos han erosionado el continente hasta llegar a su nivel de base y demuestran la senectud de la llanura. Como buen ejemplo de lo anterior se observa que la topografía del frente de los cerros de Poposá-Puxcatán-Lomas Tristes, etc., es del tipo de topografía sumergida, causada por un mar epicontinental.

Localmente las áreas estructurales activas hasta épocas más o menos recientes, como La Encarnación, Amate-Barrancas, Morales, Sarlat y po-

siblemente Vernet y Belem, muestran drenaje incipiente con pequeños arroyos de cauce en forma de V, que claramente indican síntomas de rejuvenecimiento. En la costa, los médanos antiguos que aparecen varios kilómetros tierra adentro indican la recesión de la playa y por consiguiente, el resurgimiento paulatino del continente. Esto último dió origen al rejuvenecimiento mencionado, en toda la extensión de la llanura.

La topografía que predomina es ondulante, con elevaciones no mayores de 30 a 40 m sobre el nivel de los ríos.

B).—*Zona montañosa de la Cuenca.*—En esta zona las elevaciones topográficas son más notables y de mayor importancia que en la llanura. Las más notables están en las calizas del Cretácico y del Oligoceno. Otras de menor importancia y elevación ocurren en lutitas y margas del Eoceno y Oligoceno, pero ocupan extensiones relativamente cortas.

Generalmente las unidades geomorfológicas son también unidades tectónicas, v. g. los cerros de Guayal y Paso Mono forman parte del anticlinal de Puxcatán-Poposá y están plegados y afallados; los cerros de Puxcatán y Xicoténcatl, en iguales condiciones, forman parte del macizo cretácico, que se plegó hacia arriba en forma de pequeños y cerrados anticlinales; los cerros de Misopá, Agua Blanca, Buena Vista, El Zopo, etc., son bloques montañosos formados por fallas y por plegamientos.

Entre esas montañas las de mayor elevación son el cerro de la Campana, situado aproximadamente a 3 Km al NNE del pueblo de Puxcatán por el camino de Xicotencatl y cuya altura posiblemente pase de 500 m, los cerros de San Martín, situados entre Tapijulapa y Puxcatán, tienen su culminación 3 Km al N de un lugar que se llama La Cuesta y posiblemente pasen de 600 m de elevación sobre el nivel de los ríos Oxolotán y Amatán; los cerros de Guayal y Paso Mono son de menor elevación y posiblemente no lleguen a 400 m. Luego, de menor elevación, pero no menos importantes, por formar en esa área el lindero sur de la llanura de Tabasco, están los cerros de Macuspana, Palomas, Agua Blanca, Buena Vista y El Zopo, todos los cuales están formados por calizas Macuspana, con elevaciones que varían entre los 200 y 380 m sobre el nivel del mar.

Los primeros forman el anticlinal de Puxcatán-Poposá, del cual ya se habló y los segundos forman la cadena de cerros de Macuspana-Salto de Agua y Agua Blanca-Misopá. En el capítulo de Tectónica se hablará en detalle de su morfología.

Hidrografía.—Dentro de los límites del área estudiada, se reconocen

tres cuencas fluviales principales: 1) La del río de la Sierra, por el extremo occidental, cuyos principales afluentes son los ríos Oxolotán y Amatán, que tienen su confluencia frente al pueblo de Tapijulapa, para unirse 30 ó 40 Km más al N con el río de Teapa y después con el de Pichucalco, para formar el Grijalva ya cerca de Villahermosa, Tab. 2) La del río Puxcatán que nace en la Sierra de Chiapas, al S del pueblo que le da su nombre y se une con el río Chinal unos cientos de metros al S del cruce de la vía del F. C. del Sureste frente al rancho El Carmen de Escobar. Este río drena terrenos desde los cerros de Misopá y Agua Blanca hasta Macuspana y Belem, para unirse finalmente con el río Tulijá y formar el río Tepetitán o de Macuspana, a unos 14 Km al ESE del pueblo de Macuspana, Tab. 3) La del río Tulijá, por el extremo oriental del área estudiada, drena terrenos de la Sierra de Chiapas por muchos kilómetros al S de Salto de Agua. Su principal afluente es el río Michol, que se le une unos 6 Km al N de Salto de Agua, para finalmente ir a formar parte del río Tepetitán al unírsele en el punto antes fijado.

En general, todos estos ríos y sus afluentes son corrientes consecuentes. En las montañas de rocas competentes es indudable que algunos de los arroyos son del tipo de corrientes subsecuentes (como el Arroyo de Santa Lucía al S del cerro El Zopo), ya que corren siguiendo el rumbo de las capas más resistentes, a lo largo de fallas o sinclinales recientes, etc., pero las principales corrientes obedecen poco, en su curso, al tipo de rocas que cortan.

GEOLOGIA

Rasgos Generales.—La zona montañosa de que antes se habló está formada en su mayor extensión por rocas del Cretácico. Forman éstas una amplia zona de más de 15 Km de ancho entre el camino Puxcatán-Tapijulapa y la vía del F. C. del Sureste, a la altura de Lomas Tristes. La zona que ocupa la llanura de Tabasco está rellenada por sedimentos del Terciario, casi en su totalidad.

El Cretácico está casi exclusivamente representado en esta área por calizas. Litológicamente tienen cierta similitud con las del Oligoceno, pero no son del tipo arrecifal sino en ciertas zonas y las distingue característicamente su contenido faunal (rudistas, gasterópodos del género *Nerinea*, corales y microfauna representada inconfundiblemente por miliólidos). Después se hablará del valor correlativo de esta fauna.

El Cenozoico (Terciario) está representado por sedimentos que abarcan desde el Eoceno Inferior hasta el Plio-Pleistoceno. El Cuaternario está constituído por la formación que se ha dado en llamar Tierra Colorada y por el Pleistoceno (Gevaerts, 1927).

Las únicas dos formaciones bien estudiadas fueron las calizas del Cretácico y las del Oligoceno. Su importancia geomorfológica se hará resaltar en el capítulo de Tectónica.

Las características litológicas de las formaciones incompetentes son de muy escaso valor como índices correlativos a largas distancias y para pozos profundos. Las lutitas o margas del Terciario son muy similares entre sí y generalmente se comportaron en forma parecida ante los esfuerzos que las plegaron.

Un dato de interés, que fué objeto de un estudio especial, es que solamente las lutitas del Eoceno y del Oligoceno muestran cruceros de fractura. Otra característica más o menos notable y que sirve para distinguir al Mioceno Superior o Medio de capas más antiguas, es que solamente en las capas Amate Superior y otras inferiores se encuentra calcita acicular (lublinita) en fracturas, siendo más abundante en las margas del Eoceno. Estas margas son notoriamente más micáceas que las de formaciones del Oligoceno y Mioceno Inferior, aunque las últimas también contienen mica en algunos horizontes.

Las arenas Encajonado, en afloramientos, son distinguibles de las zonas arenosas de la formación Amate por su color crema o amarillento, que causó la oxidación debido a la libre circulación de aguas freáticas, pues son sumamente porosas, mientras que las delgadas capas de arena de los niveles Amates están interestratificadas con lutitas o margas impermeables que no permiten saturación de agua y consecuentemente, estas arenas no se oxidan fácilmente y muestran colores gris o gris azulado. Lo mismo ocurre en capas arenosas del Eoceno y del Oligoceno. Como resultado, en la superficie, este fenómeno sirve para correlacionar las capas Encajonado. Sin embargo, su contenido mineral sólo sería de valor para diferenciarlas de las arenas Belem Inferior en pozos profundos, ya que litológicamente son muy similares.

En general, el mejor índice para una correlación a grandes distancias es la secuencia estratigráfica y la asociación conjunta de varios factores litológicos, además de las faunísticas. Por este motivo, el estudio de la micro y macropaleontología es indispensable para la correcta subdivisión

de las series estratigráficas. Es tal la similitud de litología entre las formaciones del Terciario, que ninguna correlación puede juzgarse completa sin un amplio fundamento paleontológico.

Estratigrafía.—Se hará un intento de correlación de formaciones de la Cuenca Sedimentaria de Macuspana con las Cuencas Sedimentarias de Pichucalco y del Istmo, pues el estudio practicado fué de suficiente extensión lateral y vertical para hacer necesaria tal correlación. Sin embargo, es menester considerar que las determinaciones micropaleontológicas no han sido lo suficientemente completas como para ensayar una zonificación de formaciones. Así, pues, las correlaciones que se exponen en este trabajo son por necesidad tentativas y tienen por objeto despejar el campo para futuros trabajos.

Dada la marcada variación de ambiente de depósito a que estuvieron sujetos los sedimentos en esta cuenca, la presentación descriptiva de columnas estratigráficas compuestas para cada una de las áreas en que ocurren las formaciones, sería además de muy laboriosa, de poco valor ilustrativo. Por ello se dará la descripción litológica de cada una de las formaciones haciendo correlaciones o comparaciones de una localidad a otra, creyéndose conseguir con este sistema mayor claridad descriptiva.

Por otra parte, se adjuntan las columnas estratigráficas compuestas muy generalizadas, pero se espera que observándolas, a la vez que leyendo la descripción litológica de cada formación, se logrará una mejor captación de su significado estratigráfico.

Las formaciones en el área estudiada comprenden desde el Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano) hasta el Mioceno Superior. Hay algunos hiatos y posiblemente diastemas, como lo demuestra la falta de una parte del Oligoceno en el área de Puente de Piedra.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL EN LA PARTE ESTUDIADA EN LA CUENCA DE MACUSPANA

1.—*Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano)*

a.—*Caliza Guayal* (134 m en el cerro Guayal)

H I A T O

(Formación Méndez, del Campaniano-Maestrichtiano, ausente)

2.—*Eoceno Inferior.*

b.—*Chicontepec Velasco* (1 980 m aproximadamente)

D I S C O R D A N C I A

3.—*Eoceno Medio y Superior*

c.—*Conglomerado Puente de Piedra* (4-8 m expuestos)

d.—*Lutitas Chinal* (820-2400 m aproximadamente)

e.—*Calizas Chinal* (200-250 m expuestos, aproximadamente)

f.—*Chapopote-Tantoyuca* (Indeterminado)

D I S C O R D A N C I A

4.—*Oligoceno*

g.—*Conglomerado del Limón* (6-10 m expuestos)

h.—*Lutitas Misopá* (840 m expuestos, aproximadamente)

i.—*Caliza Macuspana* (220 m expuestos, aproximadamente)

j.—*Lutitas Encarnación* (750-1000 m)

5.—*Mioceno*

k.—*Amate Inferior* (300 m o menos)

l.—*Amate Superior* (520-650 m aproximadamente)

m.—*Encajonado Inferior* (550 m aproximadamente)

n.—*Encajonado Superior* (290 m aproximadamente)

o.—*Zargazal* (300-350 m aproximadamente)

p.—*Belem Inferior y Superior* (450-500 m aproximadamente)

6.—*Plioceno*

q.—*Tres Puentes* (150-230 m aproximadamente)

D I S C O R D A N C I A

7.—*Cuaternario*

r.—*Tierra Colorada.* Aluvión, etc. (espesor indeterminado)

1.—CRETACICO MEDIO (Albiano-Cenomaniano).

a.—*Caliza Guayal.*—Esta caliza ha sido mencionada antes con el nombre de caliza Paso Mono por Pike (1923) y por Tschopp (1929,-1932), pero se le ha cambiado aquí el nombre para ser consecuente con la nomenclatura empleada desde el principio de este estudio en los informes bimes-

trales. De hecho es equivalente, tanto en edad como en litología, a la caliza Sierra Madre del Istmo y a la caliza de El Abra de la Cuenca de Tampico-Tuxpan. Varios autores han descrito anteriormente diversas secciones de esta formación, según sus observaciones en distintos lugares de las cuencas del Istmo o de Pichucalco.

Hegwein (1929) habló de capas de caliza de 1 a 5 m de espesor, de color gris amarillento, con abundantes lentes de pedernal negro y capas lenticulares de brecha en la cima, encontradas en el alto río Playas y las correlacionó con la cima de la caliza Sierra Madre, que Tschopp (1929) tentativamente adjudicó al Cenomamiano.

Nuttall (1929) sugirió que la mayor parte del Cretácico de esta área pertenezca al Albiano por su contenido en rudistas y dijo que en Chiapas y Tabasco, hasta donde se sabía, las lutitas del Eoceno descansan discordantemente sobre calizas del Cretácico Medio. Walpole (1934), en su descripción de las calizas de los cerros Madrigal (al S de Tacotalpa y W de Tapijulapa) y San Martín (observadas también al E y SE de Tapijulapa), no encontró fósiles y difería de la idea de Nuttall, pues no veía evidencia de falla ni de discordancia en sus observaciones de campo en la cima de estas calizas. Describió las calizas Sierra Madre como masivas y de color gris, al sur de Teapa.

Otros autores han descrito también la parte inferior de la caliza Sierra Madre observada más al sur, en la Sierra de Chiapas (cerca de Ocozocuautla) y de la lectura de sus trabajos se ha sacado la impresión de que se describen estas partes de la caliza como facies distintas y de edad equivalente de una misma formación.

En realidad son distintos miembros de la caliza del Albiano Cenomaniano y de diferente equivalencia en tiempo. Es decir, la parte masiva, de color gris o gris obscuro, sin fósiles, pertenece a la parte media de la formación, mientras que la parte de estratificación más delgada, con micro y macrofauna, pertenece a la cima y muy posiblemente sea la base del Turoniano (Xilitla). Y por último, la brecha de origen tectónico y primario, que Hegwein (1929) mencionó, tanto en el río Playas como en la parte sur de la Cuenca de Macuspana, sobreyace a la formación descrita, marcando la incepción del Eoceno.

En los cerros de Guayal y Paso Mono, de 4 a 5 Km al S del Km 252 de la vía del F. C. del Sureste por el camino que va de Puente de Piedra,

sobre el río Puxcatán a Corozal, Municipio de Tacotalpa, se observaron las siguientes secciones de la cima de la caliza Sierra Madre (Guayal):

En el cerro de Paso Mono, 157 m distribuídos en la siguiente forma, de la base a la cima:

80 m Caliza gris masiva, con estratificación más o menos buena, pero muy fracturada y con abundante clivaje, con un horizonte de 30 m de miliólidos en abundante cantidad.

47 m Caliza blanca, con textura de arena sacaroide, sin estratificación aparente. Tal vez originada por recristalización tectónica (?).

20 m Caliza muy bien estratificada, con capas lenticulares de pedernal negro de 10 a 30 cm de espesor. Su posición esporádica sobre el resto de la sección parece indicar que son remanentes de erosión.

10 m Lentes delgadas de brecha conglomerática, compuesta de fragmentos de caliza con miliólidos y corales, en una matriz de arena muy gruesa, casi totalmente formada de pedernal negro, en granos hasta de 4 mm, poco angulosos y calcita criptocristalina.

En el cerro de Guayal, 2 Km al E, sobre la margen derecha del río, Puxcatán, por el camino de Puente de Piedra a la ranchería de Guayal, se observó una sección muy similar a la anterior, pero con un espesor de 144 m, distribuídos, de la base a la cima, en la siguiente forma:

59 m Caliza bien estratificada, masiva, en capas de 15 a 30 m, dura, con textura porcelanosa y fractura concoidal, que contiene miliólidos.

35 m Caliza gris y gris obscuro, totalmente compuesta de miliólidos, masiva y con estratificación gruesa.

30 m Caliza masiva, blanca, porosa, sacaroide, recristalizada (?), sin fósiles.

10 m Caliza bien estratificada, en capas delgadas, con intercalaciones de pedernal negro en capas o lentes.

10 m Lentes o capas delgadas de brecha conglomerática, en una matriz que muestra arena muy gruesa, todo cementado con calcita criptocristalina. Los constitu-

yentes son principalmente fragmentos de caliza de miliólidos y en cantidad subordinada, fragmentos de pedernal negro, angulosos.

El punto que se desea aclarar y que antes se mencionó es el siguiente: la caliza masiva, descrita por Walpole (1934) en el cerro de Madrigal y la de estratificación delgada, con lentes de pedernal, observada por Hegwein (1929), forman parte de las columnas arriba descritas y por lo tanto, no representan el cambio de facies que ellos presumían, sino diferentes horizontes en el Albiano-Cenomaniano, infiriéndose que Walpole observó la parte media y Hegwein la cima.

Las zonas de miliólidos se suceden unas a otras en espesores muy gruesos, que gradualmente desaparecen hacia arriba y hacia abajo, sin un cambio marcado de estratificación o de litología.

En la parte superior extrema se encontraron ostrácodos, los cuales no aparecen en el resto de la formación. Posiblemente pudieran servir de índice al comprobarse que están limitados a ese horizonte, especialmente para correlaciones de una cuenca a otra, o para distinguir entre el Albiano y el Cenomaniano.

El horizonte observado casi en la cima de las calizas, en los cerros de Paso Mono y Guayal, es muy similar a las capas Xilitla de la Cuenca de Tampico-Tuxpan. Tschopp y Hegwein dijeron que son bituminosas en la Cuenca de Pichucalco y aún en el área de Paso Mono. Los autores de este trabajo solamente observaron evidencias de hidrocarburos en algunas chapopoteras inactivas, cerca del contacto superior de la caliza del Albiano con unas capas de margas que afloran en un vallecito entre dos elevaciones de caliza del mismo cerro Guayal, por el camino que va de la ranchería del mismo nombre a la ex-finca Gran Poder de Dios. Esto último escasamente justifica llamarles calizas bituminosas. Por lo demás, casi todas estas calizas a través de toda la sección del Albiano despiden olor a gas al golpe con el martillo.

Tschopp (1932) se refiere al Neocomiano en la siguiente forma: "se le conoce al SW de Ocozocuautla y en el W de Chiapas central, donde forma varios cientos de metros de una serie de lutitas y areniscas y calizas no fosilíferas, que se adelgazan hacia el E y las calizas del Albiano van transgrediendo hasta reposar discordantes sobre las capas Todos Santos del Jurásico y en Guatemala, sobre las capas Santa Rosa, del Paleozoico". Estas lutitas no afloran en el área estudiada.

Contactos.— El contacto inferior no fué observado en el área estudiada. El contacto superior marca la discordancia en la cima de la caliza Sierra Madre, que parece ser general en México, desde Guatemala hasta la Sierra de Tamaulipas y que probablemente se debe a un movimiento epeirogénico que afectó toda la costa del Golfo.

Muir (1936) habló extensamente sobre la brecha que aparece sobre la cima del Albiano (caliza Tamaulipas) en la Cuenca de Tampico-Tuxpan, mostrando una superficie erosional causada por un resurgimiento continental del tiempo post-Albiano, que formó un hiato en el Cenomaniano en la Faja de Oro y en la Sierra de El Abra, fenómeno que también es observado al sur de la Cuenca de Macuspana.

Espesores.—Según Hegwein (1929), las calizas de rudistas cerca de Ocozocuautla, miden de 2 000 a 3 000 m de espesor. Nolthenius (1930) consignó espesores estimados de 1 500 a 2 000 m al SW de Pichucalco, Chis. El mayor espesor observado por los autores (815 m) aflora en el arroyo Mompuyil.

Este adelgazamiento de SW a NE parece confirmar la tesis de Tschopp, en el sentido de que el Albiano se adelgaza rumbo al NE, partiendo de la Sierra de Chiapas, debido a mares menos profundos durante su depósito, al encontrarse con la plataforma emergente de Yucatán.

Por otra parte, el surgimiento de las calizas del Albiano en forma de un anticlinorio, que tiene menor elevación al N de la zona plegada de Chiapas que esta misma, formó una península e islas en el mar del Eoceno inferior, permitiendo algo de erosión que no sufrió el continente de aquella época (Ocozocuautla, etc.). Se infiere, tanto por el resultado de esta erosión como por el levantamiento del fondo del mar del tiempo Albiano hacia Yucatán, que sí hubo el adelgazamiento observado.

HIATO DE LA FORMACION MENDEZ

Discusión General.—El hiato entre el Cenomamiano y el Eoceno inferior en el área de la Cuenca de Macuspana, queda demostrado con la falta total de la formación Méndez, que no se encontró en las partes en que se observó la cima del Albiano-Cenomaniano. De esto se concluye que el Campaniano-Maestrichtiano de Europa o Taylor-Navarro de Texas, fueron tiempos de emergencia continental en la Cuenca de Macuspana.

Ya antes se citó que Muir (1936) expuso algo similar para la Cuenca de Tampico-Tuxpan. Si se observa su Tabla II se notará que expresa emergencia continental al final del Albiano y durante el Cenomaniano en la Faja de Oro y en la Sierra de El Abra, en la Cuenca de Tampico-Tuxpan, mientras que en el NE de México la columna está completa. De nuevo, en la Faja de Oro, hubo un hiato durante el Maestrichtiano y parte del Daniano y en la Sierra de El Abra desde el Campaniano en adelante.

Observando las tablas núms. 221 y 254, adjuntas al informe de Nolthenius (1930), se aprecia una discordancia en la cima del Albiano, al W de Pichucalco y no aparece la formación Méndez. Nuttall (1929) encontraba que "en lo que a la fecha (1929) se conoce, las lutitas del Eoceno descansan discordantes sobre las calizas del Albiano en Chiapas y Tabasco". Tschopp (1932) dijo que "las lutitas del Cretácico Superior (Méndez) no se han encontrado en Chiapas occidental y Tabasco". Por otra parte, en su Tabla No. 02450 VII, mostró la existencia de la Méndez a lo largo de un perfil, que comenzando en la Sierra del Comal (sur de Tuxtepec, Oaxaca), termina al E del cerro Pedregal (parte central del sur de la Cuenca del Istmo). De este punto al E no ocurre la formación Méndez.

El trabajo de campo, en la Cuenca de Macuspana, comprueba en todas sus partes lo que otros autores consignan respecto al hiato del Campaniano y Maestrichtiano. En el sur de esta cuenca las lutitas Chicontepec descansan discordantes sobre la caliza de rudistas o de miliólidos o sobre la brecha conglomerática.

En el arroyo de San Antonio (donde lo cruza la vía del F. C. del Sureste, al W de Lomas Tristes) esta brecha tiene hasta 10 m de espesor. Consiste de fragmentos angulares de caliza con miliólidos, de pedernal negro y de calizas coraliferas. En ocasiones las aristas están suficientemente redondeadas para parecer cantos rodados; sus tamaños varían desde 0.5 cm de diámetro hasta 30 cm. Están incluídas en una matriz de caliza criptocristalina, de apariencia muy homogénea. En este lugar, la brecha está intercalada con lentes de arena y algunas capas delgadas de lutitas calcáreas muy arenosas. Una muestra recogida, procedente de estas lutitas intercaladas en la brecha, resultó pertenecer al horizonte Chicontepec-Velasco (Eoceno Inferior).

Por otra parte, en el arroyo de Paso Mono, las lutitas Chicontepec-Velasco descansan sobre calizas (tipo Xilitla), bien estratificadas, con interca-

laciones de pedernal negro, sin que aparezca la brecha calcárea. Sin embargo, en esa localidad hay evidencia de falla.

Dadas las condiciones estructurales y estratigráficas en que aparecen las calizas del Cretácico, en yuxtaposición con las del Eoceno, se suscitan tres posibles hipótesis respecto a la falta de la formación Méndez: una sería que en esta área dicha formación no aparece debido a fallas que la ocultan; otra, que hubo erosión total de esta formación, después de depositada y otra más la no-deposición de esas capas por emergencia continental.

En la primera hipótesis habría que asumir un salto de varios cientos de metros para esta falla o fallas, pero no sólo eso, que después de todo no es imposible, sino además que en todos los lugares en que debiera aparecer la formación Méndez y no aparece, el plano de la falla coincidiera exactamente con el contacto de las dos formaciones.

Como esto es altamente improbable, se examinará la segunda hipótesis: el depósito de varios cientos de metros de margas Méndez (Maestrichtiano-Campaniano) y su posterior erosión total necesariamente hace suponer la existencia de una elevación tectónica, de carácter epeirogénico, de la caliza del Albiano sobre el nivel del mar del Eoceno posterior al Maestrichtiano, de tal suerte que la denudación hubiese tenido efecto durante el Eoceno Inferior y por consiguiente, deberían existir huellas de material clástico grueso en las capas del Eoceno Inferior, lo que en ninguna localidad del área estudiada ocurre. Una mayor evidencia en contra es la elevación de los cerros del anticlinal de Puxcatán-Poposá, con relación a la Sierra de Chiapas, que es mucho más baja para haber permitido tal grado de erosión, de lo cual se deduce que la segunda hipótesis tampoco es válida.

Considerando ahora la hipótesis del hiato de no deposición, las condiciones necesarias para que tal ocurriera, parecen confirmadas por los datos de campo y debieron ocurrir en la siguiente forma: durante las postrimerías del Albiano se produjeron las primeras pulsaciones precursoras de la Revolución Laramídica y comenzó a registrarse un movimiento ascendente del continente, que sufrió sus consecuencias elevándose en algunas regiones y permaneciendo sumergido en otras. En el occidente de la Cuenca de Pichucalco y parte sur del Istmo, el continente quedó sumergido durante el Santoniano Superior y el Campaniano, mientras que al oriente de Pichucalco existieron islas y penínsulas que apenas surgían a fines del Albiano, formadas por el incipiente anticlinal de Puxcatán-Poposá y sus extensiones proyectadas hacia el NW. Esto dió lugar a la facies arrecifal de las calizas

de la cima del Albiano. Algunas oscilaciones continentales permitieron depósitos de calizas batiales junto a las neríticas (ostrácodos y miliólidos, *Pecten*, corales y moluscos en los cerros de Paso Mono, Bulují y Guayal).

Estas penínsulas quedaron a poca profundidad bajo el nivel de las olas, lo cual permitió el desarrollo de fauna marina arrecifal y cierta erosión submarina. Los depósitos de fragmentos arrancados de los mismos arrecifes y de los depósitos de calizas con pedernal, etc., no sufrieron mayor transporte ni abrasión, siendo inmediatamente aglutinados por depósitos de $CaCO_3$, prácticamente en la misma posición en que cayeron al fondo de ese mar, según lo indica la falta de clasificación en los constituyentes de la brecha.

Las áreas emergentes permanecieron fuera de la línea de depósito durante todo el Santoniano-Campaniano en el sur de la cuenca, explicándose así el hiato que muestra la falta de la formación Méndez.

Si al norte, más al centro de la Cuenca de Macuspana, existen o no depósitos del Campaniano-Maestrichtiano, es problema que toca resolver a la barrena. De acuerdo con algunas informaciones el pozo Jalpa núm. 1 encontró la formación Méndez cerca de su terminación, a los 2 400 m de profundidad.

Antes de pasar al Eoceno conviene llamar la atención respecto a la nomenclatura del Istmo respecto al Cretácico Superior. Si, como Nutttall y Tschopp suponen, la parte inferior de las lutitas Nanchital, observadas en los ríos Uzpanapa y Playas, pertenece al Cretácico (Santoniano Superior) y tiene fauna de la formación Méndez, sería conveniente asignarle otro nombre, con objeto de mejor definir las lutitas Nanchital, excluyendo la parte del Cretácico y comenzando su potencia vertical a partir del Eoceno. (*)

2.—EOCENO INFERIOR

b.—*Chicontepec Velasco* (1 980 m aproximadamente)

Consideraciones Generales.—Del Laboratorio de Paleontología, en México, D. F., se recibieron resultados resultados del estudio de unas 50

(*) La presencia de la formación Méndez en el río Uzpanapa y en el río Playas se confirmó con las exploraciones hechas en 1947 y 1949, respectivamente, por L. Benavides (1950).

muestras a las cuales se asignó edad Chicontepec-Velasco. Estas muestras proceden de varias series de lutitas con muy pocas impurezas, abundante microfauna y prácticamente nada de macrofauna, de facies de aguas profundas, que descansan discordantes sobre las calizas del Albiano-Cenomaniano.

El término Chicontepec-Velasco, es sumamente vago. Algunas muestras simplemente fueron marcadas Chicontepec Inferior aparentemente con intención de que se correlacionen las capas de donde provinieron con las Chicontepec-Velasco, así denominadas originalmente en la Cuenca de Tampico-Tuxpan.

Respecto al término, tanto en trabajos privados como en los que se han publicado, el problema de la separación de las formaciones Chicontepec y Velasco aparece, a juicio de los autores del presente trabajo, como un problema irresoluto.

La necesidad de la resolución del problema, para la Zona Norte y la Zona Sur, es obvia. Para fines prácticos, tanto en Poza Rica como en el resto de los campos del Norte, se ha admitido la incepción del Eoceno al aparecer *Hantkenina* sp. y otros foraminíferos y se considera atravesado al aparecer las primeras globotruncanas, que marcan la cima del Cretácico (cuando aparece completo, incluyendo la formación Méndez).

En un trabajo sobre el subsuelo esta incertidumbre en las normas para diferenciar entre sí las formaciones y esa variedad en el criterio usado para asignar nombres a las subdivisiones, impide obtener resultados aceptables y las interpretaciones basadas sobre tales normas podrían conducir a lamentables errores interpretativos, algunos de los cuales ya han sucedido. De ahí que en este capítulo se trate de fundamentar mejor el empleo del término Chicontepec-Velasco, que no es satisfactorio para la estratigrafía del Eoceno de México.

No se asignarán nuevos nombres a dichas lutitas en este trabajo; primero, porque aunque fueron observadas secciones relativamente gruesas (700 a 1 200m), comparables con la formación Chicontepec en su localidad tipo (1 230 m medidos por Belt-Muir, *in* Muir, 1936, pág. 99), su correlación litológica no concuerda con ninguna de las subdivisiones del Eoceno Inferior, descritas anteriormente por otros autores y segundo, porque no se desea caer en el error que se trata de corregir, es decir, no se cree conveniente proponer una correlación que complique aún más el em-

brollado problema consignado arriba. Consecuentemente, mientras no se practique un análisis faunístico cuantitativo, su correlación con zonas del Norte de México deberá quedar pendiente, pues será objeto de un estudio por separado.

Las características litológicas que Muir (1936) describió de varias localidades en la Cuenca de Tampico-Tuxpan no son comparables en ningún aspecto con las observadas en la Cuenca de Macuspana. La llamada facies "flysch" aparentemente no tiene desarrollo de norte a sur, sino en la parte occidental de la Cuenca de Pichucalco, al W de Caimba.

Hegwein (1929) mencionó al respecto lo siguiente: "en el Anticlinal de Caimba y al E, en el área al sur de Ixtacomitán, flanco occidental de la estructura, el Eoceno consiste de lutitas duras, azules, con abundantes concreciones calcáreas pequeñas, lutitas negras, fracturadas, muy arenosas, cuajadas de hojuelas de muscovita y con capas de areniscas. En la cima tiene un horizonte de lutitas abigarradas, arenosas, con concreciones arcillosas y algunas capas de calizas, siendo muy fosilíferas. Esta serie subyace al conglomerado Nº IV. En total miden 1 230 m de espesor. La zona de este conglomerado mide 300 m y aparece a la mitad del Eoceno".

Nolthenius (1930) en sus secciones regionales consignó un espesor de 2 300 m para todo el Eoceno, sin mencionar el término Chicontepec, aunque sí coloca a la formación Velasco en la base de la sección, con una potencia de 470 m, constituída en la siguiente forma: *"Velasco 470 mts.* Esta serie forma la base del Eoceno y consiste de lutitas azules o gris azulado, más o menos puras, con algunas capas delgadas de lutitas arenosas, areniscas calcáreas (más abundantes en la cima y lutitas calcáreas)".

Como puede verse, aquel autor no consignó la existencia de conglomerados ni una excesiva presencia de areniscas o facies arenosas en esta sección, que aparentemente consideró general para la Cuenca de Pichucalco.

Tschopp (1932), hablando del Eoceno Inferior en el área de Simojovel, Chis., consignó lo siguiente: "el Eoceno descansa sobre el Cretácico en la parte central de la Sierra de Chiapas, en conglomerados basales, o en una serie basal que incluye varios horizontes de conglomerados. Los principales constituyentes de estos conglomerados consisten de roca ígnea derivada del protoeje de la Sierra".

El dato consignado por Tschopp respecto a los componentes de los conglomerados (rocas ígneas) puede interpretarse como señal de un movimiento de elevación regional en esta área, sin que sea absolutamente necesario considerar la litología de esta serie basal como de facies "flysch".

Respecto al Eoceno Basal y al término Velasco, en el área de Paso Mono, dijo que... "las capas más inferiores que sobreyacen a la brecha de la cima de la caliza Paso Mono, gradualmente hacia arriba forman una serie de lutitas con muchas especies de foraminíferos que pertenecen a la *Velasco*. Estas lutitas se han asignado al Eoceno basal, aunque J. J. Galloway y Margaret Morrey, en "Late Cretaceous Foraminifera from Tabasco, Mexico" (Journal of Paleontology, Vol. 5, Dec. 1931, pp. 329-354), clasifican estas lutitas como pertenecientes al Cretácico Superior". El mismo Tschopp (1929) usó el término Velasco exclusivamente como de edad cretácica superior.

Muir (1936) dió las siguientes opiniones referentes a la formación Velasco: "En 1923, J. A. Cushman, quien por primera vez intentó separar de la formación Méndez la serie de lutitas que descansa sobre ellas en pozos perforados al W de Pánuco, se refirió a la formación Velasco en la siguiente forma: La formación Velasco tiene una fauna característica, diferente a la subyacente Papagallos y muy distinta de las capas más o menos estériles que se llaman Chicontepec que las sobreyacen y cuyas características están aún en dudas"... etc. Este mismo autor correlacionó sus capas Velasco con la formación Navarro de Texas y por lo tanto, las colocó en el Maestrichtiano (Cretácico Superior).

Nuttall (1933) consideró la formación Velasco como del Cretácico Superior y la Chicontepec como del Eoceno Inferior, aunque opinó que este último representa una facies nerítica de la primera.

Por otra parte, Thalmann (1929), al discutir la formación Velasco (Tamesí), dijo que la asociación faunística en esta formación muestra más especies del Terciario que del Cretácico y que la fauna de la Velasco está más relacionada con formas que aparecen en el Eoceno (Chicontepec).

Muir y Dorr recogieron muestras de una localidad (en Barrancones) de la Velasco (*) y se encontraron *Globotruncana arca* (Cushman) y

(*) Muir sugirió que se la llamara Tamesí en lo futuro, basado en una decisión tomada en 1924, en Tampico, por un comité de geólogos de la Zona Norte.

Pseudouvigerina cf. *P. plummerae* Cushman, ambas del Cretácico y a las cuales Dorr consideró autóctonas de las muestras de Barrancones, es decir, que no eran ajenas a la formación Velasco.

El objeto de haber presentado los datos anteriores no fué proponer definitivamente una solución al problema de la diferenciación de las formaciones Velasco y Chicontepec y de sus respectivas edades, sino demostrar el gran número de opiniones respecto a la edad de la Velasco y la necesidad de que en lo futuro se llegue a una conclusión aceptable a este respecto. En las opiniones presentadas parecen predominar las que lo colocan en el Cretácico. A este respecto se desea abogar porque siempre, en lo tocante a la parte de la sección basal del Eoceno, en las Cuencas de Macuspana y Pichucalco, se excluya de la nomenclatura el término de lutitas Velasco, pues en realidad se trata de capas pertenecientes al Terciario exclusivamente.

Para fundamentar mejor este último punto es menester mencionar que las muestras recogidas en la parte basal del Eoceno no contienen fauna del Cretácico y por lo tanto, se cree estar justificado en considerarlas exclusivamente como pertenecientes a la formación Chicontepec, si bien representando facies distintas a las del NW de Caimba y más aún a las de la Zona Norte.

Litología.—En la parte sur de la Cuenca de Macuspana las lutitas Chicontepec ocupan una extensión superficial más bien reducida y generalmente aparecen como remanentes de erosión en los flancos de estructuras abiertas en las calizas del Albiano-Cenomaniano, o protegidas de la erosión por ocurrir en flancos de sinclinales, como en la sección del arroyo de La Lagartera, flanco noreste del sinclinal que pasa por la casa de Alcides Perera (véase plano 1:100 000).

El horizonte Chicontepec (facies semibatial) consiste de lutitas calcáreas apizarradas, de color gris obscuro y azules cuando están frescas y de color café o chocolate, ya intemperizadas. Son muy micáceas, sobre todo en la base de la sección al NE de Tapijulapa, donde también tienen algunos horizontes arenosos y conglomeráticos y casi siempre están bien estratificadas. Aproximadamente a 300 m de la base tienen una zona de lutitas calcáreas, o calizas arcillosas duras, de color azul obscuro, que forman pequeñas lomas (sección del arroyo de El Cangrejo, en el flanco N del cerro de Paso Mono). En la parte media tiene un horizonte con concre-

ciones limoníticas de más de un metro de diámetro, de forma aplanada, que aparece tanto en la falda del cerro de Paso Mono, directamente en contacto afallado con la caliza del Albiano-Cenomaniano, como en la vía del F. C. del Sureste entre los Km 245 y 247, asociada con una zona de lutitas color chocolate. Estas lutitas resultan generalmente muy fisiles (tipo Choy), a través de todo su espesor al perder humedad, aunque cerca de la parte media algunas zonas masivas tienen tendencia a la exfoliación.

Casi la totalidad de las muestras recogidas en esta formación contienen abundante y variada microfauna. La macrofauna es bien escasa. Está representada exclusivamente por moldes de pelecípodos muy pequeños, de género y especie indeterminables.

Contactos.—Su contacto inferior es generalmente discordante (no angular) sobre las calizas Guayal. Su contacto superior es también discordante (¿angular?) bajo el conglomerado Puente de Piedra, que marca la incepción de las lutitas Chinal.

Espesor.—El mayor espesor registrado ocurre en el flanco S de un pequeño anticlinal, cuyo eje está orientado de NW a SE, 200 m al S de la finca Puente de Piedra (río Puxcatán), por el arroyo de La Lagartera, donde se le calculó un espesor de 1 264 m.

Correlaciones locales.—Con objeto de aclarar mejor la litología de las capas Chicontepec en esta área, se presentan en seguida tres secciones observadas en detalle:

Sección en la vía del F. C. del Sureste, Km 245 020 a 252 030.

Afloran en los cortes del F. C. aproximadamente unos 833 m de típicas lutitas Chicontepec, de la base a la cima en la siguiente forma:

258 m de margas o lutitas calcáreas, micáceas, algo arenosas, color chocolate o café obscuro, con lentes de material ferruginoso y concreciones limoníticas.

146 m de margas muy calcáreas, también micáceas y con lentes de material casi convertido en caliza, muy duro. El color predominante es gris claro.

429 m de margas de color gris azulado, con algunas franjas verdes, micáceas, muy bien estratificadas y fisiles al perder humedad.

Sección del arroyo de La Lagartera, al S de la finca de Puente de Piedra.

Por este arroyo aflora una sección similar a la anterior, pero no ocu-

rren las lentes de caliza en la base, por lo que puede correlacionarse con la parte media y superior, aunque aquí aparece con un total de 1 264 m. De la base a la cima, se tienen:

798 m de lutitas calcáreas, de color gris claro a obscuro, bien estratificadas, algo micáceas, con horizontes muy litificados.

410 m de margas algo arenosas, micáceas, bien estratificadas, de color gris y crema.

56 m de margas de color azul obscuro y gris azulado o crema en las partes más arenosas, con horizontes muy puros y muy fracturadas. Contienen calcita fibrosa en fracturas.

Sección al NE de Tapijulapa por el camino a Tacotalpa.

Por este camino y por los arroyitos en la falda W del cerro, aflora una sección de aproximadamente 375 m de margas, que posiblemente sean correlacionables con las de la base de la sección del F. C. del Sureste, pero sólo en parte, pues probablemente formen la verdadera base del Eoceno. De la base a la cima, se encuentran:

198 m de margas gris obscuro, muy poco arenosas, muy bien estratificadas en estratos delgados, sobre caliza del Cretácico de color chocolate, brechosa, también en estratos delgados. Contacto aparentemente normal.

177 m de margas muy arenosas, de color gris muy obscuro a casi negras, sumamente micáceas, con estratificación laminada, que tienen un horizonte de 13 m de arenas margosas del mismo color, con fragmentos intercalados de caliza conglomerática hasta de 30 cm de diámetro.

Esta sección realmente no es correlacionable litológicamente con ninguna otra parte de las secciones antes descritas y como en su parte inferior está en contacto con la caliza Guayal y además, por su diferente litología forma una serie, se sugiere la posibilidad de que forme la parte más baja (serie basal) del Eoceno en esta área. En el cerro de Guayal y en el de

Paso Mono se observaron las lutitas Chicontepec en contacto con la caliza del Albiano-Cenomaniano, pero su litología es comparable con la parte media de la formación Chicontepec, según la descripción anterior y como ocurre en el plano de fallas, no es de considerarse correlacionable, en este caso, con el Eoceno basal.

En consecuencia, si la sección al NE de Tapijulapa se toma como la serie basal de esta formación, habrán de agregársele 375 m, aproximadamente, a los 1 264 m medidos en el arroyo de La Lagartera, *dando un total de* 1 639 *m para la formación Chicontepec en esta zona.*

Correlaciones con otras cuencas.—En la presentación de opiniones de otros autores se habló someramente de la litología de las formaciones Chicontepec y Velasco en otras cuencas. También se dijo que en lo futuro las lutitas de la base del Eoceno en parte de la Cuenca de Pichucalco y la de Macuspana, deberían denominarse Chicontepec solamente, ya que pertenecen al Terciario.

Con este antecedente se intenta hacer compatible el uso de este término con el consenso general de opiniones y pruebas aportadas por otros autores, para aplicar el nombre de Chicontepec exclusivamente a las formaciones del Eoceno Inferior. En consecuencia, la correlación de la formación Chicontepec de las Cuencas de Tampico-Tuxpan, Pichucalco y Macuspana es la única posible y se refiere únicamente a capas del Terciario Inferior.

La formación Chicontepec, en la Cuenca de Tampico-Tuxpan, no se había estudiado totalmente en 1936, pero no se tuvo la oportunidad de acudir a trabajos más recientes que en la Cuenca del Chicontepec han practicado nuestros técnicos, para mejores datos o más modernos conceptos respecto a su origen.

Belt (*in* Muir 1936) dijo: "la formación Chicontepec, en su localidad tipo, consiste de lutitas obscuras, las cuales intemperizadas son de color café, alternando con areniscas azuladas, de grano fino, que se vuelven color café a la intemperie, en capas de una pulgada a tres o cuatro pies de espesor. La parte superior, que se sabe pertenece al Terciario, tiene un espesor máximo de 4 000 pies (1 575 m). No se conoce su espesor exacto por falta de horizontes índices debido a lo complejo de la estructura en que aparece y por no haberse atravesado completa en ningún pozo".

Muir (1936) sostenía que la parte del sedimento de tipo "flysch" pertenece a la formación Tamesí (Velasco), del Cretácico Superior.

Vaughan (1920), en su discusión de la Chicontepec, al SW de Platón Sánchez a Chalma, Huejutla y San Felipe, Veracruz, dijo: "la evidencia que al presente se tiene no parece garantizar la inferencia de que la formación Chicontepec sea en general un plano de aluvión o depósito deltáico, depositado bajo condiciones de clima húmedo, pero sí que mucho del material que la forma derivó de altiplanos sujetos a climas más áridos. Sin embargo de lo anterior, esta formación no es totalmente de origen continental, ya que en varias partes contiene fósiles marinos".

En una compilación de la formación Chicontepec-Velasco, que hizo el Ing. Manuel Alvarez, Jr., de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos, en febrero de 1943, extractando informes geológicos de la Zona Norte y en la cual se habla de estas capas descritas en localidades de toda la Cuenca de Tampico-Tuxpan, aparece que ninguna de las secciones descritas tiene similitud litológica con la formación Chicontepec en la Cuenca de Macuspana.

La importancia de este dato está en que mientras en la Zona Norte la formación Chicontepec contiene numerosas capas de areniscas y conglomerados y en tales términos está el geólogo acostumbrado a pensar en dicha formación, en la Cuenca de Macuspana y parte de la de Pichucalco, la Chicontepec no contiene materiales clásticos gruesos y por tanto no es susceptible de constituirse en capas almacenantes, más al norte, hacia el centro de la cuenca del Terciario.

El espesor, consignado por Belt, de 1 575 m. en la localidad tipo de la formación Chicontepec, es muy significativo en el sentido de que coincide aproximadamente con el máximo calculado para la Cuenca de Macuspana (1 639 m), ya que implica una posible duración cronológica, así como condiciones de sedimentación similares en ambas cuencas, en lo relativo a las profundidades de la antefosa.

Respecto a la formación Chicontepec de la Cuenca de Pichucalco, su litología varía considerablemente del extremo occidental al oriental. La causa de esta variación habrá de buscarse en la historia de su tectónica y probablemente forme la base para delimitar la extensión de esta cuenca. Se cree entrever una relación de afinidad, tanto en la litología como en la microfauna, de la formación Chicontepec de la parte oriental de la Cuenca de Pichucalco y la misma formación en la de Macuspana.

Walpole (1934) mencionó un conglomerado de 4 m de espesor en el arroyo de La Mesa, al W de Tapijulapa, que separa el Eoceno Inferior del Superior. Por su descripción y posición estratigráfica, una vez que sea analizada la fauna del Eoceno de aquella área y la del norte del cerro de Paso Mono, tal vez pudiera correlacionarse con el conglomerado Puente de Piedra.

Este mismo autor midió un espesor de 400 m de lo que llamó Eoceno Inferior en el valle del río Tapijulapa. En su trabajo se menciona esta misma serie basal (sección al NE de Tapijulapa) y se midieron solamente 375 m, pero hay discrepancia con Walpole en el sentido de que esta serie constituye el total del Eoceno Inferior y así parece comprobarse al considerar los 1 264 m de Chicontepec medidos en el arroyo de La Lagartera.

Respecto a la serie basal de la formación Chicontepec, Hegwein (1929) y Tschopp (1932) mencionaron series de material clástico grueso en la base de la Chicontepec en el área al S de Ixtacomitán y en Simojovel, Chis. Posiblemente la serie basal que se encontró al NE de Tapijulapa sea correlacionable con aquéllas, aunque con un cambio de facies frontal, lo cual es lógico esperar ya que también existe mucho más al N del protoeje de la Sierra Madre de Chiapas.

Hegwein (1929) midió 1 230 m de Eoceno Inferior al S de Ixtacomitán, mientras que Nolthenius (1930) en sus secciones regionales al W de Pichucalco, asignó un espesor de 700 a 1 650 m a sus lutitas Candelaria, pero pareció incluir en ellas al Eoceno Inferior y parte del Medio.

Estos espesores, como ya se indicó, no difieren mayormente de los que en este trabajo se calcularon (1 264 m a 1 639 m) y es muy posible que hacia el N de las Cuencas de Pichucalco y de Macuspana, varíen disminuyendo en esta dirección, pues debe asumirse que la parte más profunda de la fosa de la época Chicontepec queda situada en la parte sur de ambas cuencas.

3.—EOCENO MEDIO Y SUPERIOR

c.—*Conglomerado Puente de Piedra* (4-8 m expuestos).

Este conglomerado marca la incepción del Eoceno Superior, que debe incluir la base de las lutitas Chinal.

Se describe aquí por separado no con objeto de darle carácter de formación, aparte de las lutitas Chinal, sino de presentarlo como un horizonte

miembro de una formación que puede tener valor correlativo, ya que en esta área y al poniente de Tapijulapa, sirve de límite entre el Eoceno Inferior y el Superior.

En Puente de Piedra, finca situada en la margen derecha del río Puxcatán, aproximadamente a 4 Km en línea recta al sur del crucero de la vía del F. C. del Sureste con este río, el conglomerado forma un banco que atraviesa el río frente a la casa de la finca, teniendo un espesor de 4 a 8 m expuestos. En la base el material clástico que lo compone consiste de cantos rodados angulosos, mal clasificados, de caliza fosilífera del Albiano-Cenomaniano, con abundantes especies de corales, todo ello cementado con areniscas calcáreas y $CaCO_3$. El tamaño de los componentes varía desde pocos milímetros a varios decímetros cúbicos. La angularidad de los cantos demuestra que probablemente provienen de los cerros de Guayal y Paso Mono, que se encuentran pocos kilómetros al sur.

Por encima e intercaladas entre las capas de conglomerados en la parte superior existen capas de areniscas de grano grueso, cementadas con $CaCO_3$, micáceas o calcáreas, que contienen fauna del Eoceno Superior y tanto estas areniscas como el conglomerado están impregnados de aceite negro, aparentemente de base asfáltica. Se dice que el aceite fluye en verano, aunque no se tuvo oportunidad de observar este hecho.

En dicha localidad las capas de conglomerado tienen el mismo rumbo que las lutitas Chicontepec, pero el echado varía, con lo cual se forma una discordancia posiblemente de extensión muy restringida. Dicho conglomerado fué observado también en el camino de Puente de Piedra al Paso Chinal, a unos 22 Km en línea recta al S-SE de la finca. En esta localidad las características litológicas son muy similares a las del sitio original, pero carece de arenisca y sus componentes tienen hasta un metro de diámetro y están formados por la caliza del cerro de Guayal, que está a unos 4 Km al W, lo que también explica las mayores dimensiones de los componentes. En este lugar y más al sur, el conglomerado Puente de Piedra marca una discordancia angular observable entre la Chicontepec y la Chinal.

Es muy posible que este conglomerado cambie a capas de areniscas hacia el norte de la Cuenca de Macuspana y se considera poco probable que se encuentre en pozos al N del cerro de Macuspana.

En los pozos del Contrato Seis se reporta caliza del Cretácico en uno de ellos, pero es probable que se trate de este mismo conglomerado, con-

siderando lo somero de la profundidad a que se encuentra. Asimismo, no sería imposible que los indicios de hidrocarburos que se hallaron en estos pozos provengan del mismo horizonte (véase Manifestaciones de Hidrocarburos, Cap. V).

d.—*Lutitas Chinal* (820-2 400 m aproximadamente).

Se da este nombre a una serie de lutitas fosilíferas, que sobreyacen discordantes a la formación Chicontepec, separadas de ellas por el conglomerado Puente de Piedra. Su mayor extensión superficial aparece desde el sur del cerro de Macuspana hasta la finca que da su nombre al conglomerado. Es muy posible que esta formación incluya partes del Eoceno Medio y Superior.

Correlaciones Locales.—Su extensión superficial aproximada es de 12 Km en el valle formado entre los cerros del Santuario, por el norte y de Misopá por el sur, angostándose hasta tener solo unos 400 m de ancho en la parte axial del flanco sur de la estructura de La Encarnación. En esta localidad se midieron espesores de 400 y 790 m, respectivamente, en dos secciones de lutitas Chinal, que consisten de lutitas calcáreas, de color gris-azulado obscuro, arenosas, micáceas, con abundante calcita acicular y yeso en fracturas. Aproximadamente a 200 m bajo el contacto con el Oligoceno, aparece una zona con lentes de caliza fosilífera y capas de arena micáceas, en una fosa de observación a 1 200 m al S de la Escuela de San Juan del Alto. En esta área el contacto inferior está afallado y por lo tanto, no se puede determinar. Sin embargo, a pesar de estar en la parte baja de la formación en este lugar una muestra contiene varias especies típicas de la formación Guayabal, de la Cuenca de Tampico-Tuxpan y por ende, se sugiere colocar esta parte de las lutitas Chinal en el Eoceno Medio, parte superior.

En el área de la ceja Encajonado y de los cerritos de San Román, 6-10 Km al SE de La Encarnación, en el anticlinal de Calicanto, se pueden distinguir dos zonas de la formación Chinal, divididas en la siguiente forma:

Caliza Chinal.—Esta caliza tiene color gris claro y es criptocristalina, sin micro o macrofauna aparente, masivas en parte y de estratificación delgada en otras. Generalmente presenta buena estratificación. Posiblemente descansa concordante bajo las lutitas del Oligoceno y sobre las Chinal, pero la gran cantidad de aluvión depositado en ambos flancos de los cerritos de San Román, impide observar sus contactos. Se calcula un espesor aproximado de 200 a 250 m.

En la misma área, pero más al oeste de los cerritos, en el anticlinal de Calicanto, se observó la:

Lutita Chinal.—En ambos flancos de la estructura aparecen aproximadamente 510 m de lutitas calcáreas, de color café o azul obscuro, micáceas, que en la base tienen concreciones calcáreas muy similares en textura a la caliza Chinal. Estas lutitas tienen buena estratificación en las capas basales y muestran abundante calcita acicular en todas las secciones. No contienen yeso. Muestran muy buen "clivaje de fractura".

Más al E, al sur de los cerros Macuspana y Santuario, aparece una buena sección en los flancos de los anticlinales de San Antonio y de Agua Blanca.

En el flanco N de los cerros de Agua Blanca y San Antonio.—En general, en sus características litológicas difieren de las lutitas Chicontepec por tener mayor número de intercalaciones de láminas de arenisca muy fina. En color son casi idénticas, pero están quizá menos litificadas, no obstante lo cual muestran magnífica estratificación.

En estas secciones aparecen de 400 a 450 m de lutitas puras cerca de la base. Ya para llegar a la serie basal, abundan las zonas arenosas y aparecen láminas de areniscas y por lo menos en un lugar, sobre el extremo WNW del anticlinal de Agua Blanca, aparece una capa de arenisca de 50 cm de espesor. Ocasionalmente presentan capas con mayor concentración de $CaCO_3$, que la litifican hasta casi convertirlas en caliza margosa.

En el flanco NE del anticlinal de Agua Blanca se midió un espesor máximo de 820 m a partir del eje hacia el norte, hasta el contacto afallado con la caliza Macuspana del cerro del Santuario. Por otra parte, en el mismo flanco del anticlinal de San Antonio, se calculó un espesor de 700 m, pero allí la sección está intensamente plegada y afallada, lo cual impide medir una sección completa.

La sección más completa encontrada está en el flanco sur del anticlinal de San Antonio, en donde es posible que haya engruesamiento por repetición, ya que en las inmediaciones del rancho San Antonio hay evidencia de fallas. Descartando esta posibilidad por el momento, la sección muestra aquí un espesor de 2 400 m, medidos desde el eje de la estructura hasta el sinclinal que yace al sur.

Walpole (1934) le calculó 1 300 m, considerándolo Eoceno Superior y Nolthenius (1930) dió a las lutitas Chinal, junto con las lutitas Candelaria, un espesor de 1 800 m.

Como puede verse, estos espesores no concuerdan con el primero ni con el segundo medidos en este trabajo, aunque como ya se dijo, el último al sur del anticlinal de San Antonio, puede estar indebidamente aumentado. La única alternativa para la confirmación de estos espesores, sería un estudio de detalle basado en micropaleontología, que permitiese una zonificación correcta.

Contactos.—Es muy posible que el contacto superior sea discordante bajo las lutitas del Oligoceno (sinclinal al este de Puente de Piedra), aunque esta discordancia angular tiene extensión lateral muy restringida y se marca localmente por un conglomerado.

Microfauna.—Las principales especies que contiene esta formación se consideran pertenecientes al Eoceno Medio y Superior.

c.—*Calizas Chinal.*—(200-250 m aproximadamente).

Estas calizas ya fueron descritas y no ameritan mayor atención. Campbell (1927) las describió en detalle y Gevaerts (1927) las mencionó en su informe del anticlinal de Macuspana, que los autores llaman ahora de Calicanto. El primero asigna a estas calizas un espesor de 120 m y Tschopp (1932), en su informe del Distrito de Macuspana, un espesor de 200 m, correlacionándolas con la parte inferior de la formación Depósito-La Laja, del Istmo. El espesor apuntado por Tschopp concuerda con el medido en este trabajo.

Estas calizas deben ser una facies equivalente a las lutitas que forman la cima de las lutitas Chinal y por la falta de fósiles, los autores de este trabajo se abstienen de intentar una correlación directa con otras cuencas y sólo las colocan en la cima del Eoceno en esta área.

f.—*Chapopote-Tantoyuca.* (Espesor indeterminado).

Solamente una muestra del área de Xicotencatl, Municipio de Tacotalpa, Tab., en un valle entre cerros de caliza Guayal, tuvo microfauna perteneciente a la cima del Eoceno, correlacionable con el piso Chapopote-Tantoyuca. Sin embargo, esta zona no aparece especialmente alta en la sección Chinal (aproximadamente unos 500 m sobre el contacto inferior) y por lo tanto, sería menester una revisión de su contenido faunal, ya que de comprobarse la existencia de esta formación en este lugar (aproximadamente unos 3 Km al W de Gran Poder de Dios), significaría un salto de falla de más de 800 m entre las calizas del Cretácico y la formación Chapopote-Tantoyuca.

4.—OLIGOCENO

g.—*Conglomerado del Limón* (6-10 m expuestos).

Se aplica este nombre a un conglomerado de calizas del Terciario, que aflora típicamente 2 Km al E de la finca Puente de Piedra, en la margen oriental del río Chinal, desviando localmente su curso.

Litología.—Este conglomerado se compone principalmente de cantos rodados de calizas de color gris y blanco, hasta de 30 cm de diámetro. En estas calizas aparecen escasos corales, menos que en el de Puente de Piedra. Los constituyentes están cementados con $CaCO_3$, pero parece estar el conglomerado menos litificado que el de Puente de Piedra.

Su máximo desarrollo observado (10 m) aparece en grandes peñones que forman un lomerío a unos 1 000 m al N del Paso Limón. En esta localidad es difícil distinguirlo del de Puente de Piedra, pero su posición estratigráfica discordante bajo las lutitas Misopá y algunas arenas arcillosas interestratificadas, lo colocan en el Oligoceno (véase plano 1:100 000). La aparición de este conglomerado es muy restringida y posiblemente marque un "diastema" entre el Eoceno y el Oligoceno en esta área.

Pike (1923) y Tschopp (1932) aparentemente observaron este conglomerado, pero lo confundieron con el de Puente de Piedra y no hacen mayor referencia a su origen o edad. Sin embargo, Nolthenius (1930) señaló un conglomerado en la base de su Oligoceno en la sección regional para la parte occidental de la Cuenca de Pichucalco y asimismo lo señaló Gutiérrez Gil (1947) en el río Playas.

En consecuencia, en este trabajo se consideró el contacto entre el Eoceno y el Oligoceno discordante, cuando menos en sentido restringido.

h.—*Lutitas Misopá.*

Nuttall (1928) había clasificado parte de las lutitas Chinal como pertenecientes al Oligoceno por una parte y por otra, denominaba lutitas Macuspana a las que subyacen a la caliza del cerro de Macuspana. Por otra parte, tanto Pike (1923) como Campbell (1927) encontraron que esta caliza cambia de facies hacia el NW (confirmada en el presente trabajo) y si las lutitas equivalentes en edad a la caliza Macuspana en La Encarnación, se siguieran llamando lutitas Macuspana, cuando originalmente se dió este nombre a las que subyacen a la caliza, el consiguiente embrollo no se haría esperar.

En consecuencia, se recomienda que el Oligoceno de la Cuenca de Macuspana se subdivida en dos zonas: la inferior, consistente en lutitas que subyacen a la caliza Macuspana y que en lo sucesivo deberán denominarse *lutitas Misopá,* por estar mejor desarrolladas y expuestas en el extremo norte del cerro del mismo nombre y *caliza Macuspana* (que ya se conoce con ese nombre) y su equivalente en edad, las *lutitas Encarnación,* que son un cambio de facies lateral de la misma caliza.

Las lutitas Misopá en este trabajo, comprenden las que previamente se denominaron lutitas Macuspana y lutitas Chinal, de edad oligocénica.

Correlaciones locales.—La localidad tipo para esta formación se encuentra en un arroyo que corre al E, pasando por la casa de Rafael Jiménez, en la falda oriental del cerro de Misopá. En esta localidad dicha formación tiene un desarrollo de 840 m aproximadamente y consiste de lutitas calcáreas, de color azul obscuro o gris obscuro aún en los afloramientos que están a la intemperie, siendo arenosas en parte y micáceas. Hacia la base aumenta el contenido arenoso y son más calcáreas hacia la cima. Generalmente la formación se presenta bien estratificda en capas no muy gruesas. La principal característica para diferenciarla de las lutitas Chinal, en esta área, es su mayor contenido faunal en macrofósiles, así como la frecuente aparición de abundantes *Lepidocyclina* sp. La existencia de macrofósiles en apreciable cantidad es una característica muy notable de esta formación, que no ocurre en las lutitas del Eoceno de esta área.

No fué posible hacer un estudio detenido, ni una colección adecuada de macrofósiles y como estos han sido de gran utilidad en la Zona Norte para la zonificación del Oligoceno, sería recomendable que se coleccionaran todos los ejemplares posibles y se practicara un estudio minucioso de esta macrofauna.

Por otra parte, el contenido faunal de orden microscópico es abundantísimo en las lutitas Misopá, conteniendo un 30% más de ejemplares diferentes, que las lutitas Chicontepec o Chinal.

Respecto a dicho contenido en microfósiles en estas lutitas, puede resultar de particular interés la persistente aparición de ciertas formas características. Por otra parte, hay ciertas asociaciones faunales que indudablemente permitirán la zonificación de estas lutitas. Otras más aparecen menos frecuentemente, pero asociadas a las frecuentes, darán la clave para la zonificación propuesta.

El contacto inferior de lutitas, como se dijo anteriormente, es discordante sobre las lutitas Chinal en el área del cerro de Misopá, marcando posiblemente una transgresión de orden restringido. El contacto superior parece ser normal debajo de las calizas Macuspana del cerro de Misopá, aunque realmente fué imposible su observación directa debido a la abundancia de detritus en el cerro.

Correlaciones con otras cuencas.—La correlación de estas lutitas con las que aparecen en el área de La Encarnación no parece posible por razones inherentes al cambio de facies entre aquéllas y las calizas del cerro de Macuspana, con lo cual se colocarían en yuxtaposición una con otra en la columna estratigráfica y serían equivalentes en edad y consecuentemente, estarían sobre las lutitas Misopá.

Campbell (1927) mencionó que "...se ha comprobado que la caliza Macuspana desaparece hacia el W entre el cerro de Macuspana y La Encarnación, donde está representada por lutitas con microfauna del Oligoceno equivalente a la formación Depósito-La Laja, del Istmo. El espesor máximo aquí es de 800 m comparado a 2 000 m en el Istmo".

Tschopp (1932) confirmaba a Campbell y al efecto dijo: "...en el arco de Tamulté, en Las Sabanas-La Encarnación, no aparecen las calizas Macuspana, lo cual puede explicarse por cambio de facies a lutitas de ESE a WNW y hacia el centro de la cuenca".

Esta discusión, que más bien pertenece al siguiente capítulo, se presenta aquí para afirmar el criterio de los autores, en el sentido de que como sus observaciones concuerdan con las practicadas por anteriores geólogos, queda substanciada la equivalencia en edad de las lutitas Encarnación con la caliza Macuspana y en este caso es imposible, por lo menos sin prueba, la correlación de esas lutitas con las de Misopá.

En el año de 1945, H. Lesser Jones (comunicación personal), midió las lutitas del Oligoceno, en la Cuenca de Pichucalco, 20 Km al W de Sunuapa, Chis., obteniendo 2 260 m de espesor. Dicha sección incluye unos 300 m de conglomerados y areniscas cerca de la parte media superior de la columna y varias zonas arenosas, distribuídas en toda la formación. En este sentido, la litología de su Oligoceno es muy distinta a la de la Cuenca de Macuspana.

Si como ese geólogo y otros prueban que en la Cuenca de Pichucalco no hay calizas en el Oligoceno, pero sí abundan las arenas y los conglomerados, aunque menos que en la columna estratigráfica del Istmo (véase

Sección Columnar Compuesta, de Gutiérrez Gil 1947), ello implica condiciones de tectónica y de sedimentación muy distintas para ambas cuencas.

Es verdaderamente lamentable que no se haya podido zonificar el Oligoceno observado por Gutiérrez Gil y otros, que midieron 5 130 m aproximadamente aunque ese espesor parece exagerado, a causa de repeticiones por afallamiento, porque siendo el mayor espesor del Oligoceno registrado en México y posiblemente en el mundo, lógico es suponer que es el lugar ideal para su perfecta subdivisión.

Espesores.—El espesor máximo de las lutitas Misopá, medido en su localidad tipo es de 841 m y coincide con el que reporta Tschopp en La Encarnación para las lutitas del Oligoceno que allí aparecen, pero por las razones antes expresadas y anulada la probabilidad de una correlación cronológica entre estas formaciones, se infiere que esta coincidencia es enteramente fortuita.

i.—*Calizas Macuspana.*

Las calizas del Oligoceno en la Cuenca de Macuspana son notables como unidades orogénicas y litológicas. Forman una cadena de cerritos (250-350 m de elevación) que partiendo de unos cuantos kilómetros al sur del pueblo de Macuspana (cerro de Macuspana, localidad tipo) corren hacia el ESE, con ciertas interrupciones de orden tectónico, hasta Salto de Agua y más al sureste. El cerro de Misopá corre de N a S varios kilómetros al sur del cerro de San Antonio. En los planos superficiales estas interrupciones marcan discontinuidad de la caliza en varias localidades. Notables entre ellas son el Valle de Agua Blanca, al sur del cerro del Santuario y el del río Tulijá, indudablemente formado por este río, pero debido al desplazamiento frontal, por varios kilómetros, de las calizas desde Salto de Agua hasta los cerros de Chinal y Limón, que están casi 12 Km más al norte. También superficialmente, estas calizas ocupan una angosta faja que coincide topográficamente con los cerros.

La posibilidad de que estas calizas, de facies arrecifal, sean cavernosas o porosas, aunque no lo son en los lugares observados, ha dado lugar a especulaciones respecto a su posible capacidad para constituírse en roca almacenante en el subsuelo, si se diesen las condiciones estructurales favorables. Respecto a ello, se desea poner énfasis en sus características litológicas totalmente negativas para apoyar tales esperanzas. Por otra parte, aún considerando la relativa proximidad a las estructuras de Belem y Sarlat, lo más probable es que en esos lugares su facies arrecifal haya cam-

biado ya a lutitas calcáreas. La única posibilidad para que en esas estructuras esta caliza pudiera contener hidrocarburos en cantidades comerciales, es que se encuentra precisamente en el desarrollo mixto de caliza margoso-arenosa en que se encontró en el trapiche de Balbino Reyes (área de La Encarnación), en cuya localidad esta facies mixta sí tiene porosidad suficiente para constituirse en roca almacenante, aunque de espesor muy reducido (5-8 m). Y aún así, otro dato en contra de esa posibilidad, es que en esta localidad no contiene el menor rastro de tener o de haber tenido aceite o gas.

Litología.—Por lo conocido de esta formación no se hizo una observación detallada de toda la sección tipo. Sin embargo, de las observaciones efectuadas en los cerros de Agua Blanca y Misopá, se deriva la siguiente descripción: esta formación toma su nombre del cerro de Macuspana (llamado también de El Tortuguero, localmente) y consiste de calizas arrecifales de color crema, blanco y gris claro. Tiene estratificación masiva y delgada. Esta última ocurre cerca de la base y la cima de la sección. Generalmente es densa y no muestra la cavernosidad típica de la caliza arrecifal del Cretácico. Contiene varias especies de corales, *Lithothamnium*, pelecípodos y crustáceos en algunos horizontes, pero es imposible decir su altura en la columna. Aparecen abundantes macroforaminíferos en el camino de El Santuario a Agua Blanca, al cruzar un saliente en la falda sur del cerro del Santuario. No se conoce otra microfauna a la fecha. En el cerro de Misopá se le midieron 220 m de espesor aproximado, pero es probable que tenga mayor potencia.

Contactos.—Su contacto superior es desconocido y el inferior es probablemente concordante sobre las lutitas Misopá.

Correlaciones locales.—De acuerdo con lo expresado en la discusión general sobre las lutitas Misopá se ha comprobado el cambio lateral de facies de estas calizas hacia el WNW del cerro de Macuspana y se cree muy probable el cambio frontal, es decir, hacia el centro de la Cuenca de Macuspana, para tornarse en lutitas calcáreas.

j.—*Lutitas Encarnación.*

Se denomina así a las que se encuentran en el área de La Encarnación. Se observaron lutitas con microfauna del Oligoceno, aunque no se sabe si son del Superior o Medio. Sus características litológicas son muy similares a las lutitas Chinal y de hecho es casi imposible distinguir entre unas y otras a simple vista. Ambas muestran yeso en frac-

turas y calcita acicular y excelente "clivaje" de fractura y tienen aproximadamente el mismo grado de litificación. Solamente el contenido faunal podría permitir su diferenciación. Litológicamente pudieran correlacionarse con las Misopá, con la única diferencia de que el color de las lutitas Encarnación es más obscuro. En esta localidad se les calcula un espesor de 750 a 1 000 m.

Macrofauna.—Contienen ciertas zonas en que abundan macrofósiles, entre los que se encuentran pelecípodos gasterópodos y crustáceos, que generalmente aparecen en asociación con grandes lentes de margas muy calcáreas, casi calizas.

Microfauna.—Las principales especies de microfósiles, probablemente indican edad del Oligoceno Medio y algunas no parecen ser comunes a estas capas.

Correlaciones con otras cuencas.—Ya se citó a Campbell (1927), quien dijo que estas lutitas, equivalentes a las calizas Macuspana, contienen microfauna equivalente a la formación Depósito-La Laja, del Itsmo. Desgraciadamente no llevó más allá su correlación para indicar a qué parte de esa formación equivale, ya que se le han medido varios miles de metros de espesor.

Conocido el problema insoluto aún del Oligoceno en la Cuenca de Tampico-Tuxpan, que también deberá resolverse en el futuro y careciendo de la zonificación adecuada, lo único que puede establecerse respecto a la caliza Macuspana, con relación a aquella cuenca, es que probablemente sea equivalente a la formación Mesón por el contenido en algunos bivalvos y foraminíferos.

Comparaciones con la microfauna de la Cuenca de Tampico-Tuxpan indican que probablemente no se encuentre el Oligoceno Inferior en la de Macuspana, sino probablemente sólo el Medio y parte Inferior del Oligoceno Superior (véase Tabla núm. 2 de este trabajo y Muir, 1936, págs. 126-135).

5.—M I O C E N O

k.—*Amate Inferior* (300 m o menos).

Esta formación no aparece bien representada en el área estudiada y de hecho existe la posibilidad de que las lutitas que contienen microfauna de esta edad no correspondan a esta formación, pues, en general, su lito-

logía tiene poco parecido con lo que Gevaerts (1927) describió en el área Amate-Barrancas, que se considera como localidad tipo. Se han encontrado microfósiles de esta edad en lutitas de muestras tomadas en una área al norte de la ceja Encajonado, en el camino de Jalpa a Macuspana, 500 m al NE de la ranchería Los Cerritos. Además, el hecho de que estas lutitas ocurran precisamente debajo de capas con microfósiles de la formación Amate Superior, son datos que no pueden pasar inadvertidos totalmente.

Las capas que aquí se consignan como parte del Mioceno Inferior consisten de lutitas blandas y masivas. De hecho son casi unas arcillas que aparecen puras generalmente y de color gris o gris azulado, con una zona de arcillas arenosas de espesor indeterminado, aproximadamente a 100 m bajo el contacto superior de la formación Amate Inferior.

Esta zona arenosa es muy masiva y no constituye un horizonte definido. Generalmente aparecen pequeños y abundantes nódulos calcáreos multiformes, los cuales son comunes en otras formaciones, por lo cual carecen de interés correlativo. Su espesor es indeterminado, ya que el contacto superior está posiblemente afallado y el inferior no está definido. Sin embargo, se cree que sobrepase a los 300 m.

En el área de San Juan el Alto, 3 Km al SE de dicha ranchería, aparecen microfósiles de la formación Amate Inferior en lutitas grises puras y masivas, las cuales aparecen encajonadas bajo lutitas Amate Superior, en una zona de relieve topográfico bajo, pero muy marcado, formando dos ventanas abiertas en la Amate Inferior.

Es muy posible que la aparición de la Amate Inferior, en esta zona, se deba tanto a la existencia del pliegue al sureste de La Encarnación como a la erosión, con lo cual se explica la forma caprichosa del afloramiento. Por otra parte, esto indica que la porción de la formación Amate Superior que aquí se presenta, es también su sección más baja y esto parece comprobarlo la ausencia de la zona arenosa de las arenas González, la cual sí aparece al NW de La Encarnación.

1.—*Amate Superior* (520 a 650 m aproximadamente).

Esta formación aflora intermitentemente a lo largo de una faja intensamente afallada y plegada que corre de SE a NW, siempre en las inmediaciones de la zona axial de la estructura de La Encarnación, así como en ambos flancos de la ceja Encajonado, formando pequeñas elevaciones topográficas de tipo ondulante.

Litológicamente presenta dos zonas bien definidas, una de las cuales es usada como horizonte índice en la Cuenca de Macuspana, que se ha llamado arenas González, con abundante macrofauna en la que predominan ejemplares de *Mactra* y *Amusium*, aunque mal preservados. El resto de la formación lo constituye una serie de margas y lutitas gris azulado, con estratificación delgada ocasionalmente.

Es casi seguro que las arenas González sean petrolíferas en su parte inferior (su parte superior fué observada y no contiene aceite) y probablemente haya dado origen al gran número de chapopoteras que ocurren en el contacto discordante que forman las capas del Plio-Pleistoceno con otras más antiguas, a lo largo del flanco SW de la estructura de La Encarnación. Al SW de la ceja Encajonado estas capas arenosas no muestran evidencia alguna de aceite o gas, por lo que se piensa que forman la cima de las arenas González que en estos bloques son estériles (Salas *et al*, 1944-46).

En el block que forma la mayor parte de la finca California (lomas y pantanos al sur de la ceja Encajonado), esta formación muestra en fosas aproximadamente unos 900 m de espesor, lo cual está en exceso de los 300 a 350 m que Gevaert (1927) le asignó y aún más de los 675 m que fueron medidos por Campbell (1927) en su localidad tipo, por lo cual no es difícil que en este block esté incluído parte de la formación Amate Inferior, o que una porción de este aumento se deba al incremento natural de volumen y consecuentemente de espesor que es lógico encontrar en una formación incompetente en el flanco de un sinclinal. Más al NW de la finca California, en el block contiguo, el espesor se reduce a 520 m aproximadamente y sigue disminuyendo rumbo a La Encarnación.

m.—*Encajonado Inferior.*

En el área de La Encarnación-Macuspana, la formación está representada exclusivamente por areniscas tiernas expuestas en la ceja Encajo-

En general, consiste de arenas de color crema, ocasionalmente grises, de grano grueso y medio, micáceas, casi siempre arcillosas y por lo menos en un lugar de la ceja Encajonado mostró tener lentes de gravillas más o menos finas, compuestas totalmente de cuarzo y muy bien redondeadas. Esporádicamente contiene moldes de pelecípodos en escasa cantidad. Por su litología tal parece que en ciertos lugares tiene características de depósito

deltáico. En ningún lugar contiene hidrocarburos ni agua salada, lo cual conviene tener presente al tratar de las capas generadoras de aquéllos.

En la primera de estas áreas (ceja Encajonado) su contacto inferior lo forma la falla normal que corta de NW a SE al suroeste de la ceja Encajonado, descansando en esa forma sobre lutitas Amate Inferior. Por el lado NE el contacto no está bien definido, pero se supone que es normal, descansando sobre unos 220 m de lutitas Amate Superior. Como los echados en estas areniscas no son representativos de estratificación, sólo puede estimarse el espesor de ellas en unos 200 a 250 m, habiéndose medido en otras localidades donde existe mejor estratificación hasta 450 m.

Es necesario advertir que el contacto superior de la formación Encajonado Inferior fué arbitrariamente fijado al terminar las areniscas tiernas y comenzar a aparecer arcillas arenosas, fosilíferas, por lo cual este espesor podrá modificarse posteriormente al conocerse mejor la subdivisión paleontológica de estas capas.

n.—*Encajonado Superior* (más de 290 m).

Esta formación consiste de margas, lutitas arenosas y arenas arcillosas sueltas, con delgadas capas de arcillas grises muy puras, presentándose generalmente las arenas de color rosado con abundante mica, que aparecen sobre las areniscas tiernas de la localidad de J. López. Aparentemente éstas sólo llegan hasta la vereda que corre al este de la localidad mencionada, donde comienzan a aparecer las arenas arcillosas, con abundante macrofauna y restos de plantas fósiles, aunque estas últimas no forman capas definidas, sino que marcan la incepción del material orgánico tan característico en las capas Zargazal.

Si se adopta esta subdivisión, no se pueden calcular más de unos 200 m de espesor, aproximadamente, a las capas Encajonado Superior.

o.—*Zargazal* (más de 300 m).

Una característica que aparentemente es peculiar a la formación Zargazal, además de las capas arenosas y de turba, es que contiene cristales pequeños de yeso, que indudablemente son de origen secundario. Contiene además, una abundante macrofauna, casi indiferenciable y no muy variada, presentándose en mala conservación y fragmentada.

Las turbas Zargazal tienen similitud con las de la formación Cedral Inferior, del Istmo y en ningún lugar llegan a ser verdaderas lignitas. Generalmente consisten de capas de arcilla negra con abundantes restos vegetales que han perdido sus características. Ocasionalmente se presentan capas

delgadas (1 a 5 cm) de material vegetal fósil con algo de arcilla, de color café obscuro o claro, fácilmente identificables en el terreno. Estas capas ocurren en interestratificaciones de láminas de arena o arcillas arenosas, formando intervalos de varios metros de espesor.

A lo largo del F. C. del Sureste se encuentran en diferentes lugares, desde El Zopo hasta Salto de Agua, Chis. Su litología es típica de la formación Zargazal, aunque no muestran capas de turba o lignita bien definidas. Contienen abundantes restos de plantas fósiles, laminados entre capas delgadas de arenas finas y arcillas arenosas color gris crema. Su estratificación es excelente.

La mejor sección de la formación Zargazal observada aparece en el flanco SW del anticlinal de Morales, donde consiste de lutitas arenosas, de color azul verdoso y en ocasiones crema, con abundantes capas de arenas sueltas más o menos laminadas, que en ocasiones tienen hasta 30 cm de espesor, abundante macrofauna bien preservada en la que predominan especies de *Mactra, Arca* y otros pelecípodos. Se encuentran igualmente capas delgadas de material carbonoso bien preservado, en el que se pueden observar hojas de plantas (posiblemente helechos).

Estas lutitas tienen un espesor medio de 550 m en el flanco sur del anticlinal de Morales, pero al NW de la ranchería El Pueblito pueden pasar de 600 m, aunque en esta sección es más dudoso el contacto superior y no sería imposible que se esté incluyendo aquí una parte de la formación Belem Inferior. Se ha tomado, para esta localidad, como la cima de la Zargazal la zona en que empiezan a aparecer las primeras capas de *Ostrea gigas* (tipo Vernet).

p.—*Belem Superior e Inferior.*

En la región La Encarnación-Macuspana no se hace una separación entre Belem Inferior y Superior, porque litológicamente no hay evidencia alguna de Belem Inferior en los estratos que forman el sinclinal al S de la estructura de Morales. Por otra parte la Belem Inferior yace sobre la Zargazal, sin discordancia aparente y está representada por lutitas o arcillas calcáreas azules, verdes y grises o crema, masivas, que no muestran estratificación alguna excepto en los casos en que tienen capas de fósiles. Como se dijo anteriormente, la base se colocó arbitrariamente en la primera aparición de *Ostrea gigas,* que en ocasiones forman capas de caliza totalmente constituída por estas conchas y litológicamente muy similares

a las que se encontraron en Vernet, cerca de la base de la formación Belem Superior.

Como no se ha definido aquí su contacto superior con la formación Puentes, no se ofrecen cifras respecto a su espesor, el cual es considerable.

Las arenas y gravas lenticulares, encontradas aproximadamente 2.5 Km al E del rancho de Francisco Fócil, probablemente pertenecen a la formación Belem Inferior, pues aparentemente yacen concordantes a margas azules fosilíferas (Zargazal), encontradas más al W y al N en fosas excavadas en el camino Jalpa-Macuspana. Las arenas observadas descansan sobre una capa de conglomerado, con fragmentos de tamaño medio, muy bien cementadas, lo cual puede marcar la discordancia entre la formación Belem Inferior y capas más antiguas.

6.—PLIOCENO

q.—*Tres Puentes.*

No hay ninguna seguridad de que las arcillas carbonosas y capas de turba negra, que alternan con arcillas azules y masivas, en el camino de la primera sección de Chichonal al Pueblecito, pertenezcan al Plioceno, pero como litológicamente se asemejan a las que Campbell (1927) ha descrito y como parecen descansar en el centro del sinclinal de Chichonal, no es remoto que esta determinación sea correcta.

Difieren litológicamente de las capas Zargazal en que la turba forma capas más gruesas y en ocasiones es casi una lignita; no tienen arenas ni capas arenosas, cuando menos en las partes observadas, ni contienen macro o microfauna; mientras que la formación Zargazal tiene todo ese material en capas bien definidos, con muy poco material orgánico. Su espesor es indeterminado.

7.—CUATERNARIO

Margas abigarradas.—Aparentemente las áreas tectónicamente más bajas, 2 Km al W de El Carmen Km 229 + 500 a 235 + 200 del F. C. del Sureste), están rellenas con margas o arcillas de tipo continental. Estos sedimentos son masivos y raramente muestran estratificación, pues generalmente son de color abigarrado, predominando el rojo. Contienen amplias cantidades de arenas gruesas y finas mal clasificadas, en ocasiones pasan

a gravas finas de color gris claro, que se interestratifican en las arcillas con algunas capas que no contienen fósiles. En dicha localidad estas arcillas descansan discordantemente sobre margas Chinal.

Tanto su litología como su textura y la falta de fauna hacen pensar en depósitos lacustres o rellenos de valles, seguramente de origen continental.

Estas arcillas afloran por el Río Tacotalpa, desde el paso de la vía hasta varios kilómetros al WNW de Tacotalpa y mucho más al N reaparecen cerca de Pueblo Nuevo, por el mismo río. En estos afloramientos no se distingue su contacto inferior.

TECTONICA

Orientaciones regionales estructurales.—Se notan, bien marcadas, dos tendencias generales de orientación de los fenómenos tectónicos, tanto en los ejes estructurales como en las zonas de dislocaciones:

I.—Tendencia general NW-SE y

II.—Tendencias generales NNE-SSW, con variantes locales.

I.—La orientación de ejes estructurales y zonas afalladas de NW-SE se nota más fácilmente en las calizas del Cretácico y en la formación de margas que descansan sobre éstas. Las primeras constituyen la formación más antigua estudiada en esta región y la única competente encontrada en la columna estratigráfica del pre-Oligoceno.

Indudablemente esa tendencia es la más importante y probablemente la primera en registrarse durante el diastrofismo de la Revolución Laramídica, lo que se prueba porque la cadena de cerros de la caliza del Cretácico, que se extiende desde Puxcatán a Poposá, forma un geoanticlinal en escala muy moderada. Este anticlinal se formó indudablemente en tiempo anterior al Oligoceno, pues su orientación longitudinal coincide con la de los ejes de los anticlinales que lo forman. De esta manera, constituyó dicho levantamiento un fenómeno de singular importancia y marcadas consecuencias, en subsecuentes movimientos diastróficos.

II.—La otra tendencia de orientación dominante procede generalmente de NNE-SSW. Esta segunda tendencia es el resultado de movimientos diastróficos durante el Terciario Superior, siendo de suponer que estos últimos movimientos fueron la causa de las complicaciones estructurales en la cuenca del Mioceno de Tabasco, ya que tales fenómenos afectaron

formaciones del Terciario hasta la Belem Superior y probablemente hasta el Plioceno. Esta última tendencia se expresa más claramente en zonas afalladas, que con el rumbo de referencia, se aprecian en fosas y afloramientos.

El hecho de que esta tendencia no se exprese directamente en forma de plegamientos precisamente orientados de NNE-SSW, añade evidencia a las siguientes consideraciones, las cuales se basan en los hechos presentados en los capítulos respectivos.

HISTORIA GEOLOGICA

En el Cretácico Superior (post-Albiano, posiblemente Coniaciano o Campaniano) comenzó el movimiento diastrófico como resultado de esfuerzos tangenciales procedentes del SW y tal vez como consecuencia de la pirogeomorfología de la Sierra Madre de Chiapas o de reajustes isostáticos epeirogénicos relacionados con aquélla, que causaron deformaciones incipientes en las formaciones del Cretácico. En ellas comenzaron a marcarse zonas de debilitamiento a lo largo de líneas que se orientaron normalmente a la dirección del esfuerzo, indicando estas zonas incipientes la orientación de futuras y más intensas deformaciones.

Durante el tiempo de la formación Méndez (Maestrichtiano) aquellos esfuerzos, que no habían cesado en actividad posiblemente, causaron un levantamiento regional que impidió en parte el depósito de las formaciones San Felipe y Méndez, pues en Caimba, al SW de Teapa, Tab., sólo existen calizas y lutitas con fauna de la formación Méndez. Terminaron posiblemente durante el tiempo de la formación Chicontepec-Tantoyuca, como lo demuestra el depósito de cerca de 2 000 m de margas casi puras durante el Eoceno. Solamente un pequeño movimiento, a mediados de este período, aumentó los plegamientos del Cretácico y posiblemente en la época Chicontepec, causando la discordancia y conglomerado de Puente de Piedra (post-Chicontepec y pre-Chinal).

Al final del Eoceno otro resurgimiento continental parcial formó el conglomerado del Limón y la discordancia al E del río Chinal (véase plano 1.100 000), los cuales precedieron al depósito de las lutitas y calizas estratificadas del Oligoceno. Hasta entonces habían terminado los esfuerzos plegantes tangenciales, que no actuaron exclusivamente en esa forma, como lo demuestra el hecho de que el macizo de caliza del Cretácico (Puxcatán-

Poposá) fué elevado posiblemente más de 2 000 m durante el plegamiento del Campaniano, notándose la ausencia de recumbencias y fallas inversas, tanto en Paso Mono y Guayal como en otras localidades, lo cual acusa la existencia de empujes verticales de abajo arriba, procedentes de la descomposición de los vectores tangenciales que causaron los primeros arqueamientos de las calizas. Esto explica la ausencia de fallas inversas en las zonas del Cretácico y del Eoceno que comprende este trabajo.

Por otra parte, los mismos esfuerzos tangenciales tampoco actuaron uniformemente en todo el frente de la Sierra. La tendencia de orientación NNE-SSW, cuando menos en esta área, parece ser resultado de presiones tangenciales diferenciales que causaron cierto movimiento torsional desigual, actuando en algunos bloques con mayor intensidad que en otros.

Posiblemente las masas de calizas del Oligoceno fueron causa de estas presiones diferenciales y esto explica las fallas inversas de la cuenca del Mioceno al N y NW del cerro de Macuspana.

La curva que muestra el rumbo de los ejes de las estructuras de Calicanto-Encarnación-Morales y Amate-Barrancas ilustra la tesis sustentada en este trabajo respecto a la tectónica regional dentro de la Cuenca de Macuspana. Esta tesis consiste en suponer un esfuerzo plegante del SW, de edad post-Belem Superior (Revolución Cascadiana), que fué desarrollada más o menos uniformemente en todo el frente de la Sierra y trasmitida hacia el N por las capas competentes del Cretácico. Dichas capas ya de antemano estaban plegadas y ejercieron su influencia sobre los sedimentos terciarios en el antepaís, los cuales deben haber descansado sobre las rocas competentes, que ya presentaban los principales rasgos geomorfológicos que se les conocen actualmente, pero mucho menos acentuados y complicados por fallas. Seguramente en el área del cerro de Macuspana-La Encarnación estas deformaciones deben haber tenido forma de pliegues incipientes, los cuales formaban a la vez líneas de debilidad dispuestas a plegarse y a afallarse nuevamente, al recibir nuevos esfuerzos tangenciales.

En esta forma dió principio y se desarrolló el nuevo período de diastrofismo y geomorfología, posiblemente hasta antes del Pleistoceno.

La zona de calizas del Oligoceno (Macuspana-Santuario-Agua Blanca-Misopá-El Zopo-Salto de Agua, etc.) formaba en aquella época una gran masa de caliza suavemente plegada en tenues y amplios plegamientos. La erosión no había actuado en toda su fuerza y su gran peso y volumen fue-

ron de suficiente importancia como para afectar la distribución hacia el NE de los esfuerzos tangenciales creados en el frente de la Sierra.

La masa de caliza Macuspana actuó como bloque resistente (*scharung*) y logró descomponer el vector de los esfuerzos plegantes en varios, que desviados actuaron entonces con distintos rumbos e intensidades.

Las secciones columnares que yacen entre Paso Mono y el cerro de Macuspana fueron capaces de transmitir completo el esfuerzo hacia el NE y al no poder desplazar en esa dirección la mole de calizas del Oligoceno, se plegaron en forma incompetente en varios anticlinales y sinclinales (véase plano 1:100 000), cuyos ejes están hoy orientados de NW a SE, y desplazados unos entre otros por afallamientos que corren de NE a SW, los cuales fueron causados aparentemente por la misma resistencia que presentó, para no desplazarse, la mole caliza del Oligoceno.

Es prácticamente imposible concebir una explicación lógica para la complicadísima actitud estructural que afectan las capas del Terciario Medio en la estructura de La Encarnación.

Considerando la distancia entre esta estructura y el "frente de la Sierra", es evidente que los dislocamientos no pueden ser efecto del empuje tangencial directo creado y ejercido por la Revolución Laramídica, que se cree dió origen a la geomorfología que causó la formación de la Sierra Madre de Chiapas.

Conviene considerar también que las formaciones que participaron en este diastrofismo son incompetentes en general y no serían capaces de transmitir, hacia el norte, los empujes tangenciales nacientes del desplazamiento vertical y lateral de los sedimentos que formaron la Sierra Madre. Como ya se dijo, las calizas del Cretácico que subyacen en esta área son las únicas rocas competentes que ocurren en la Cuenca de Macuspana, exceptuando la caliza de este mismo nombre, que tiene sin embargo una extensión muy restringida y una significación menos importante desde el punto de vista tectónico.

Es de suponerse que la extraña actitud de las capas incompetentes en la estructura de La Encarnación, sea debida a deformaciones de carácter relativamente local, tanto en sentido horizontal como vertical, siendo muy posible que a cierta profundidad la estructura se simplifique considerablemente y que ya en el Eoceno las lutitas Chinal y Chicontepec muestren muchas menos complicaciones. En consecuencia, una localización, para probar dichas capas, deberá tomar esto en consideración.

PRINCIPALES ANTICLINALES Y SINCLINALES

A N T I C L I N A L E S :

Agua Blanca
San Antonio
Guayal
Paso Mono
San José Bulují
Lomas Tristes
Zona Plegada de Puxcatán
Levantamiento cretácico al NE de Tapijulapa
San Román
Encarnación

S I N C L I N A L E S :

Misopá
Puente de Piedra
Punta Brava

ANTICLINAL DE AGUA BLANCA

Esta estructura consiste de un pliegue asimétrico, cuyo eje pasa aproximadamente a 1000 m al NE del ranchito de Fernando Zacarías. Tiene unos 4 Km de extensión de NW a SE. Su flanco norte no es muy extenso, alcanzando un desarrollo de unos 1 000 a 1 500 m hacia el NE, interrumpido abruptamente por el cerro del Santuario (caliza Macuspana, del Oligoceno) por ese lado. Su flanco sur, más extenso, se extiende hacia el SW por 3 ó 4 Km cuando menos y posiblemente más. Los flancos tienen una gran inclinación, llegando el flanco NE a un promedio de 60° de echado en las margas Chinal y el flanco SW a un promedio de echado de 30°. Ambos flancos están bastante afallados por sistemas de fracturas que tienden a orientarse paralelamente al eje de la estructura. En el flanco norte se observan pequeños pliegues recumbentes del tipo de pliegues de arrastre. Tanto en el extremo noreste como en el sureste, el anticlinal se encuentra aparentemente sellado por fallas mayores pertenecientes a un sistema paralelo al cerro de Agua Blanca, que corre de norte a sur (véase plano 1:100 000).

ANTICLINAL DE SAN ANTONIO

De hecho esta estructura puede ser una continuación de la anterior, cuyo eje aparente se encuentra desplazado hacia el N unos 300 a 500 m por una falla que se observó en la brecha del F. C. del Sureste, en el Km 260 + 800 y que posiblemente se prolonga por varios kilómetros al norte.

La estructura tiene la misma tendencia de orientación (NW a SE) que la de Agua Blanca y más o menos la misma extensión longitudinal (3 Km). Similarmente al anticlinal de Agua Blanca, es asimétrica y forma un pliegue intensamente afectado. Su flanco norte, aproximadamente con 2 Km de extensión, tiene un echado medio de 60° y el flanco sur un echado de 45° en promedio, el cual se extiende por varios kilómetros, posiblemente hasta la confluencia del Río Chinal y Puxcatán (véase sección núm. 2).

Ambos flancos muestran pliegues de arrastre y afallamiento. El extremo noroeste se pierde en la zona de tectónica complicada del cerro de Macuspana, siendo imposible poder especificar si tiene o no buzamiento en esa dirección.

Tanto el anticlinal de Agua Blanca como el de San Antonio están abiertos en las lutitas Chinal (Eoceno Inferior). Sus cierres son indeterminados, debido a que no se tienen suficientes datos estructurales para su cálculo, además de no estar completamente definidos los límites de sus flancos.

En el flanco noreste del anticlinal de San Antonio pueden verse algunas chapopoteras antiguas, donde fueron localizados los pozos Contrato Seis, que fueron perforados a muy baja profundidad, pero tuvieron algunas manifestaciones de aceite ligero (pozos núms. 1-A y 2). El pozo núm. 2 alcanzó una profundidad de 661.2 m y fué terminado en la misma lutita Chinal que aflora en la superficie.

Se espera encontrar la caliza cretácica a más de 1 500 m tanto en la estructura de Agua Blanca como en la de San Antonio.

ANTICLINAL DE EL GUAYAL

El extremo noreste de esta estructura se encuentra a unos 4 Km al SW de la finca de Puente de Piedra. Tiene un rumbo general SW-NE, siendo su anchura máxima de 2 Km. Parte de sus flancos están constituídos por margas calcáreas de la formación Chicontepec Inferior y el resto de ellos está

constituído por calizas tipo Sierra Madre del Cretácico Medio, de la cual se midieron más de 180 m.

Este anticlinal es asimétrico, teniendo el flanco noreste un promedio de unos 45° y el sureste de unos 25°.

La altura sobre el nivel relativo es de unos 170 m, siendo esta estructura, en realidad, un plegamiento doble y abierto en las calizas cretácicas, por lo que carece de interés comercial (véase sección núm. 2).

ANTICLINAL DE PASO MONO

Este pequeño levantamiento se encuentra localizado a 5.5 Km al SW de la finca de Puente de Piedra y tiene una longitud de unos 3 Km. Su cresta está plegada en calizas del Cretácico Medio, constituyendo parte de sus flancos las margas calcáreas de la formación Chicontepec Inferior.

Los echados de esta estructura son aproximadamente los mismos que Guayal. Tanto el cerro de Guayal como el de Paso Mono, que constituyen las estructuras respectivas, forman parte de un mismo plegamiento, pero desplazado de sur a norte por una falla que se esboza desde Pomoca hasta cerca de Puente de Piedra y al igual que el anticlinal de El Guayal, carece de interés económico (véase sección núm. 2).

ANTICLINAL DE SAN JOSE BULUJI

Este se localiza aproximadamente a 2 Km al W de Puente de Piedra. Está abierto en caliza del Cretácico Medio, la cual ha sido casi completamente erosionada, encontrándose actualmente algunos crestones como de 1 a 7 m de longitud. Su extensión es de unos 1 000 m y su anchura de unos 300 m. Es de interés el afloramiento de este pequeño alto estructural, debido a que la caliza es del tipo El Abra, con numerosos rudistas (caprínidos) y nerineas. Además, contiene algunas exudaciones de aceite ligero y gas combustible en su afloramiento del Río Puxcatán.

La localidad descrita carece de interés económico, aunque sí es importante desde el punto de vista geológico, pues constituiría un yacimiento petrolífero ideal si se encontrara una estructura de este tipo en el subsuelo y a una profundidad accesible a las actuales perforaciones (véase sección núm. 2).

ANTICLINALES DE LOMAS TRISTES

Las partes centrales de estos dos anticlinales se encuentran situadas a 2 000 m al SE y 3 200 m al SE-E, respectivamente, del campamento del F. C. del Sureste en Lomas Tristes. Estas estructuras tienen ejes orientados con la misma tendencia de la Sierra Madre, es decir, de NW a SE y ambos tienen una extensión aproximada de 4 Km o más. El que se encuentra más al sur es asimétrico, con su flanco sur más extenso y con un promedio de 30°, mientras que el flanco norte es más suave y más corto.

El anticlinal situado al norte es más simétrico y mucho más abierto. Sus flancos tienen echados suaves 10° en promedio y aunque el flanco sur es corto, el flanco norte es más extenso, prolongándose en esa dirección hasta más de un kilómetro al norte de la vía del F. C. del Sureste.

Estos anticlinales están abiertos en la formación Chicontepec Inferior, de la que afloran más de 800 m, por lo que la caliza del Cretácico ha de encontrarse a menos de 600 m de profundidad.

En el flanco norte de estas estructuras se han encontrado las lutitas Chinal con un rumbo diferente a las Chicontepec, por lo que se supone que yacen en discordancia.

En el extremo occidental del anticlinal sur, cerca del rancho de M. Hernández, se encuentra una zona perturbada donde también afloran las lutitas Chinal, que se encuentran muy fracturadas.

El cierre estructural se considera del orden de 200 m (véase sección núm. 3).

ZONA PLEGADA DE PUXCATAN

Se localiza entre el cerro de Paso Mono y la ranchería de Pomoca, en una extensión de 6 Km. Tanto en el Río Puxcatán como en el camino de Puxcatán a Pomoca, las lutitas Chinal y Chicontepec Inferior muestran pliegues sumamente cerrados, posiblemente afallados a lo largo de sus ejes, apareciendo simétricos y con bien definida tendencia de orientación de NW a SE.

La posibilidad de afallamientos a lo largo de sus ejes es de notarse, tanto en la intensidad de los plegamientos como en el hecho de que en algunos de los anticlinales, el flanco sureste se revela en margas mientras que el flanco noreste se revela en calizas.

A unos 100 m al norte de Puxcatán, por el camino a Pomoca, pueden verse más margas sumamente fracturadas y "remolidas", que indican la presencia de una zona afallada de proporciones importantes, lo cual probablemente causa la gran deflexión del Río Puxcatán al norte del pueblo del mismo nombre.

LEVANTAMIENTO CRETACICO AL NE DE TAPIJULAPA

El límite sur de este levantamiento se encuentra a unos 3 Km al SW del poblado de Tapijulapa, extendiéndose al N por el flanco oriental del río del mismo nombre hasta un kilómetro al sur del rancho Poposá. El espesor de esta masa de calizas cretácicas tiene un promedio de unos 6 800 m, llegando su límite oriental hasta cerca del poblado de Xicotencatl.

El flanco occidental está bien determinado por margas, lutitas margosas y areniscas Chicontepec Inferior, de las cuales afloran más de 400 m a unos 5 Km al N de Tapijulapa. Esta misma formación presenta echados al NW y SE, formando pequeños pliegues orientados de NE a SW, los cuales tienen expresión tanto en las margas como en la caliza, formando una serie de pliegues y fallas de relativa poca intensidad, aunque en la caliza del Cretácico las fallas son notables al grado de afectar la topografía del terreno, ya que los cerros se orientan de NE a SW, tendencia opuesta a la predominante en la región, normal a la tendencia NW-SE regional

Los flancos sur y este del levantamiento de calizas no están muy bien determinados en las margas Chicontepec Inferior, aunque sí se aprecian notablemente en el cambio topográfico, ya que las calizas emergen sobre la planicie, en ocasiones casi completamente erosionadas, según pudo verse en las fotografías aéreas de esta región.

Al E de la finca de Félix Zentella afloran más de 400 m de caliza de indudable edad cretácica media, ya que se encuentran miliólidos, gasterópodos y pequeños corales.

Carece de interés económico este gran levantamiento geológico, ya que la posible caliza productora está aflorando.

ANTICLINAL DE SAN ROMAN

Esta estructura había sido esbozada ya por Gevaerts (1927) como una deducción, bastante acertada, exclusivamente de la secuencia estrati-

gráfica que encontró al sur de la ceja Encajonado, al WSW del buzamiento del monoclinal (o cerro) de Macuspana, no contando sino con escasos datos estructurales y por consecuencia, la interpretación era bastante simple.

Del presente trabajo se pueden señalar algunas modificaciones de cierta importancia, a saber:

1a.—El eje del anticlinal de San Román está interrumpido hacia el SE al encontrar la falla del sistema transversal, que también corta abruptamente los cerritos de San Román (caliza Chinal) por su extremo noroccidental.

2a.—El eje está de nuevo aparentemente afallado y quizá desplazado lateralmente, por una falla que posiblemente pase por el rancho La Conquista, misma que tiene expresión en la ceja Encajonado, al desplazarse ésta unos 200 m horizontalmente.

3a.—Probablemente exista otra falla del mismo sistema más al NW, ya cerca de la finca California, aproximadamente a 400 m al E del rancho de E. Lara, ambas en la ceja Encajonado, aunque en esta no se aprecia desplazamiento lateral.

4a.—No obstante la simetría de este anticlinal, la falla inversa prevista por Gevaerts y que sirve de contacto al Eoceno con las margas Amate Inferior, pudiera interpretarse como de tipo normal, es decir, falla de tensión.

Estos fenómenos no están aún plenamente comprobados, pero se pueden inferir de los datos obtenidos sobre el anticlinal, si a ello se añaden los desplazamientos de la arenisca perfectamente observable en la ceja Encajonado.

La extensión de la estructura de San Román es de unos 6 Km y está abierta en lutitas Chinal. El flanco sur está cubierto, en parte, por material reciente, por lo que no pudo precisarse su amplitud y por consecuencia, su cierre estratigráfico en ese sentido.

ANTICLINAL DE LA ENCARNACION

Esta estructura de tan complicado aspecto tectónico constituye un miembro del arco La Encarnación-San Román.

Tiene una rudimentaria expresión topográfica, ya que tanto al SW como al NE de la zona axial, la topografía ondulante de las capas preplio-

pleistocénicas permiten afloramientos casi ininterrumpidos de la formación Tierra Colorada. En otras palabras, es el único lugar en la angosta zona axial en que pueden ser accesibles por medio de fosas las capas del Mioceno y otras más antiguas.

Más que estructuralmente, es la litología lo que hasta la fecha ha demostrado la existencia de este anticlinal. La diferencia entre los dos flancos consiste en que el noreste es más corto, ya que aproximadamente a 2 Km de la culminación de esta estructura se encuentra el sinclinal que la separa del anticlinal de Morales, donde de nuevo se presenta la topografía ondulante de La Encarnación. El flanco sureste se extiende desde La Encarnación hacia el SW, posiblemente hasta Jalpa.

La mayor evidencia de que existe plegamiento de tipo anticlinal en los terrenos de La Encarnación y San Juan el Alto está en el hecho de que se han encontrado lutitas Chinal subyaciendo a capas del Pleistoceno (Tierra Colorada) por el SW y en contacto anormal, debajo de arenas y areniscas, que parecen pertenecer a la formación Encajonado por el flanco noreste. Parece que a 300 m al este del rancho de F. Estrada, el eje del anticlinal pudiera coincidir con una falla que corre con rumbo N 45° W.

Esto último se hace aún más evidente al considerar en conjunto los pronunciados echados de las fosas a 1 Km al N-NW del rancho de San Juan el Alto. En esta última se observó una falla con rumbo N 30° W, cuya prolongación hacia el SE pasaría a 800 m al N del rancho de H. Palomeque, comprobando así, aunque sea tentativamente, el contenido del párrafo anterior.

Esta estructura se desarrolla con un rumbo NW-SE, paralela a la orientación tectónica regional, aunque con algunas variantes. Su flanco noreste es más precipitado y corto que el sureste y la extensión longitudinal de este anticlinal es de unos 3 Km desde las inmediaciones de los terrenos de Justiniano López al NW hasta cerca del camino de la Sabana (al E de las chapopoteras). En el extremo noreste esta faja de Eoceno desaparece bajo capas del Oligoceno y Amate Superior. El contacto de estas últimas debe ser afallado (véase plano 1:100 000).

Debido a la poca corteza en las determinaciones paleontológicas, no se discute en este trabajo la interpretación tectónica de dicha estructura, pues en parte está basada en observaciones litológicas.

SINCLINAL DE MISOPA

El centro se encuentra equidistante entre los cerros de Guayal y Agua Blanca y tiene una orientación aproximada NW-SE, siendo su extensión de unos 4 Km. En la parte superior del sinclinal afloran más de 200 m de caliza de tipo Macuspana, la cual yace también en discordancia con las lutitas y margas Misopá.

Este sinclinal debió tener una extensión mucho mayor hacia el N de esta área, ya que al norte de Paso Limón y por una distancia de unos 4 Km quedan restos de gran sinclinal en forma de conglomerados de caliza, la amplitud máxima del sinclinal de referencia es de unos 3 400 m encontrándose en ambos lados del cerro Misopá, el cual debe haber servido como masa resistente a esfuerzos plegantes del NE y también debe haber plegado las lutitas que afloran en los flancos del macizo de calizas, por asentamiento diferencial de masas.

SINCLINAL DE PUENTE DE PIEDRA

Puede observarse en todo su desarrollo, a unos 3 Km al SE de la finca de Puente de Piedra. Se expresa en lutitas Chicontepec Inferior, de las cuales afloran más de 1 200 m en la parte más profunda de este sinclinal.

Su eje está orientado, en concordancia con la tectónica regional, de NW a SE y forma el bajo norte del anticlinal de El Guayal. Su longitud es de unos 6 Km, encontrándose su extremo norte a 1 650 m al SW del cerrito de San José Bulují. Su extremo sur se localiza en el rancho de Alcides Pereda.

SINCLINAL DE PUNTA BRAVA

Su desarrollo se lleva a cabo totalmente en lutitas Chinal y tiene una extensión de más de 6 Km, localizándose su extremo sureste en el rancho de Punta Brava y el noreste a 2 Km al W del paso del Carmen.

Este amplio sinclinal tiene más de 1 500 m de lutitas Chinal en su parte más profunda y las lutitas que afloran se encuentran muy fracturadas y a menudo con inclinaciones muy fuertes.

No pudo detallarse debido a la escasez de afloramientos.

MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS

Chapopoteras.—Estas fueron más abundantes en la zona de La Encarnación. Las principales pudieron observarse en el arroyo El Limón y yacen a 1 200 m al N-NW del Rancho de San Juan el Alto. Ambas tienen exudaciones de aceite negro, pesado y muerto, aparentemente de base asfáltica, debido a la desaparición de los elementos más volátiles.

Las del arroyo El Limón emanan de una capa de arenisca conglomerática, con lentes de arenas finas, de color gris y crema. Aparentemente no están relacionadas con alguna falla.

Las otras chapopoteras forman pequeños charcos o manchones en las arenas recientes, que recubren una sabana y sólo son notables en tiempo de secas. Se presentan esporádicamente, en número de cinco, por una línea recta que corre con rumbo S 10° E por unos 250 m.

En el flanco sureste de la estructura de La Encarnación aparecen gran cantidad de chapopoteras, activas la mayor parte del año.

En el arroyo Las Nubes, 600 m al S del Km 273 + 100 del F. C. del Sureste se observaron echados verticales y algunos muy pronunciados, indicativos de falla, encontrándose pequeños lentes de uno a dos centímetros de espesor de gilsonita o grahamita, las cuales en sí implican la existencia de hidrocarburos en estas formaciones que pertenecen a las lutitas Macuspana.

En la muestra de una arenisca tierna, muy dura, se encuentran resíduos secos de petróleo (casa de T. Moreno, Lomas Tristes, Tabasco). En el arroyo San Antonio se encontró la caliza gris del Cretácico con vetitas y cavernas llenas de asfalto. Esta caliza es muy compacta, aunque parece bastante soluble.

En el flanco noreste del anticlinal de San Antonio (pozos Contrato Seis núms. 1 y 2) aparecen algunas chapopoteras, que en temporadas de calor tienen exudaciones de aceite.

En el flanco oriental del cerro de Agua Blanca, a unos 700 m al SE del rancho de Francisca Guzmán, aparece un afloramiento con abundante asfalto seco (¿gilsonita?).

Manifestaciones de aceite.—En la caliza brechosa del contacto Cretácico-Eoceno, en el Km 243 + 800 del F. C. del Sureste, se encontraron lutitas llenas de petróleo muy ligero.

En la caliza del cerrito completamente erosionado de San José Bulují, 2 Km al W de Puente de Piedra, pudo verse una caliza del Cretácico Medio, muy fosilífera, conteniendo las cavidades de los macrofósiles un aceite obscuro muy ligero y combustible.

Manantiales de gas sulfhídrico.—A 2 700 m al WNW de Puente de Piedra aparece un manantial de gas sulfhídrico, seguramente acompañado de agua, el cual está en actividad durante todo el año.

A 2 200 m al ESE de la finca de Puente de Piedra, aparece otro manantial similar al anterior y con emanación constante de agua salada que da origen al arroyo del Azufre, que desemboca en el Río Puxcatán.

POSIBILIDADES PETROLIFERAS Y RECOMENDACIONES

La estructura de la Encarnación está cerrada por todos sus contornos por flancos o por fallas, por lo que sería importante hacer una prueba en busca de hidrocarburos en las calizas del Cretácico, que se encontrarían a unos 2 400 m de profundidad. El trabajo sismológico que actualmente se realiza en esa área seguramente aclarará algunas dudas respecto a la extensión total de la estructura y su correspondiente forma en el subsuelo.

Los anticlinales de San Antonio y Agua Blanca se esbozan en lutitas y margas Chinal, las cuales se encuentran muy fracturadas, por lo que es de suponerse que las calizas cretácicas hayan sufrido gran perturbación tectónica. Cerca de los pozos Contrato Seis, se encuentran varias chapopoteras, que prueban indudablemente la presencia de hidrocarburos en el subsuelo.

Estas estructuras tienen fácil acceso por el F. C. del Sureste (3 a 4 Km del paso del Carmen) y están localizadas en terreno plano, recomendándose en consecuencia, algunas brechas sismológicas que detallarán los anticlinales geológicos, seguramente de gran importancia para encontrar la caliza cretácica en sus facies arrecifales, ya explicadas, en el anticlinal de San José Bulují.

Si el trabajo geofísico diera los resultados que se esperan, se recomienda perforar uno o dos pozos en las estructuras de San Antonio y Agua Blanca.

Los anticlinales de Lomas Tristes están bien definidos por geología superficial y su interés económico no es halagador, debido a que las formaciones cretácicas en que se espera producción de aceite, afloran a unos

2.5 Km del anticlinal sur de Lomas Tristes. Estos anticlinales tienen también cierres en todas direcciones, ya sea por fallas o por echados (véase plano 1:100 000).

La caliza del Cretácico debe encontrarse a menos de 600 m de profundidad. En el Km 243 + 800 del F. C. del Sureste (3 Km al E del anticlinal sur) pueden verse hasta 12 m de una brecha de calizas y margas, que marcan el contacto cretácico-eoceno. Algunas de estas calizas muestran inclusiones de aceite ligero, que posiblemente tengan alguna significación respecto al resto de las calizas cretácicas, que no afloran en este lugar. El terreno donde se localizan estas estructuras es plano, teniendo fácil acceso por la vía del F. C. del Sureste.

REFERENCIAS

1.—*Publicaciones*

BENAVIDES G., L. 1950. El Anticlinal del Cerro Pelón, Veracruz. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, II(10):591-616,3 láms.

MUIR, J. M. 1936. *Geology of the Tampico Region, Mexico*. Tulsa, Okla.

2.—*Informes Geológicos*

CAMPBELL, K. A. 1927a. Geological Report on the Belem-Tres Puentes District.

———— 1927b. Amate-Barrancas Structure and the Morales Anticline.

————1927c. Cerro Macuspana.

GEVAERTS, E. A. L. 1927. Geological Report on the Encarnacion Structure and western area of the Macuspana Anticline.

GUTIERREZ GIL, R. 1947. Area entre los Ríos Playas, Pedregal y Nanchital, Ver.

HEGWEIN, W. H. 1929. Geological Report on the Pichucalco District.

MULLER, F. T. 1933. Compilation of Data relating to Tabasco and northern Chiapas structures.

NOLTHENIUS, A. B. T. 1930. Compilation of the Stratigraphy of southeast Mexico.

NUTTALL, W. L. F., 1929. Notes on the Stratigraphy of Southeast of Mexico.

PIKE, R. W. 1923. Geological Reconnaissance of the Municipality of Macuspana and Department of Palenque.

SALAS, G. P. y E. LOPEZ RAMOS. 1944, 1945 y 1946. Informes bimestrales del levantamiento geológico al sur de Macuspana y Puente de Piedra.

TSCHOPP, H. J. 1929. Notes on the Cretaceous Prospects in the Puente de Piedra-Candelaria Region.

———— 1932. Macuspana District and the Chiapas Mountains.

TSCHOPP, H. J. y H. E. THALMANN. 1929. The ocurrence of Upper Cretaceous in southeast Mexico.

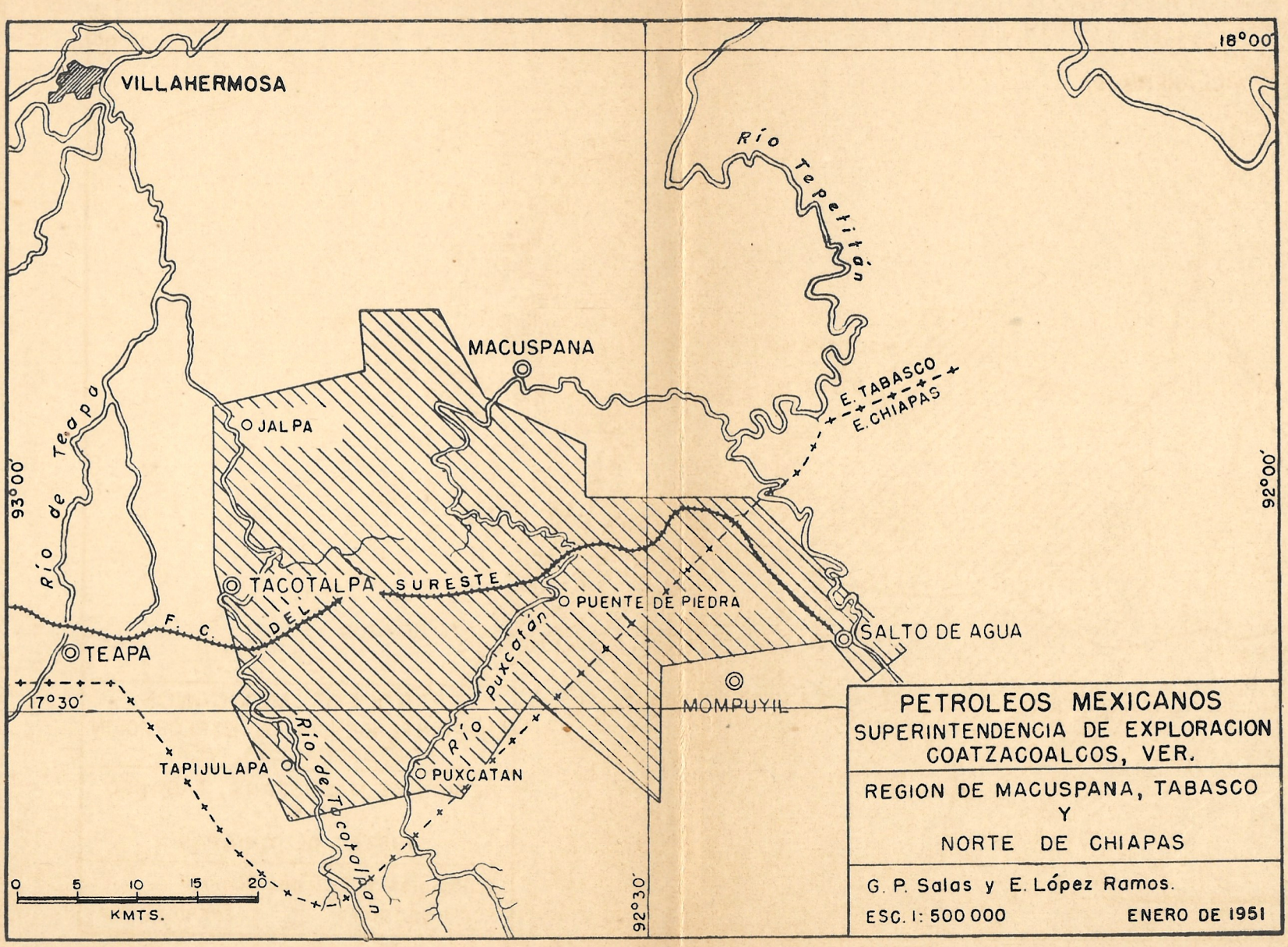
WALPOLE, L. W. 1934. Reconnaissance of the foreland and foothills of central Tabasco.

VAUGHAN, T. W. 1920. Preliminary Summary of the Stratigraphy of the geological formations in the Tampico oil-fields.

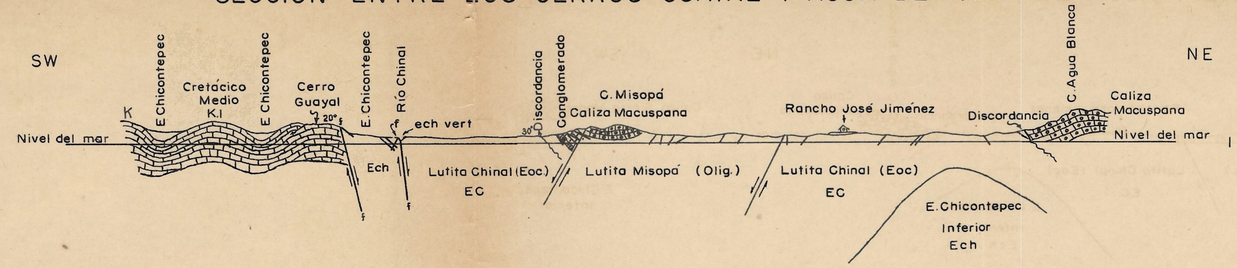
TABLA Nº 1

CORRELACION DEL CRETACICO DE TABASCO

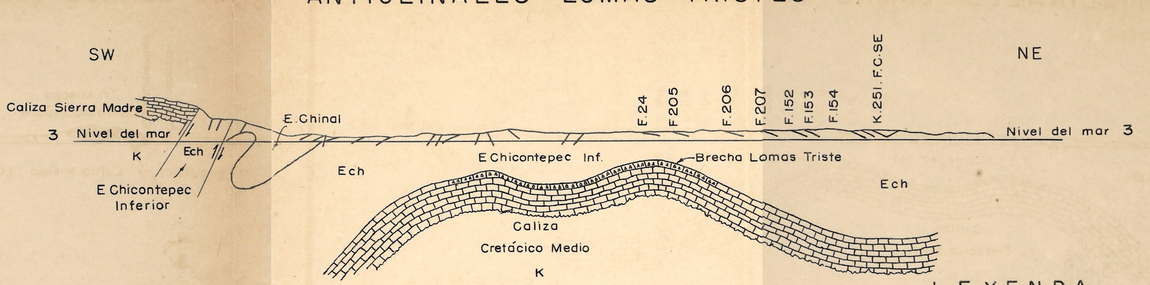
NOMENCLATURA EUROPEA	TAMPICO-TUXPAN	ISTMO Y CUENCA DE VERACRUZ	TABASCO	CHIAPAS
MAESTRICHTIANO-CAMPANIANO	MENDEZ —	MENDEZ (Base de las lutitas Nanchital)	MENDEZ (subsuelo)	MENDEZ (Caimba, Chis.)
SANTONIANO	—	—	?	—
CONIACIANO	SAN FELIPE (Superior)	—	?	—
TURONIANO	SAN FELIPE (Xilitla)	SAN FELIPE		
CENOMANIANO	EL ABRA (miliólidos)	SIERRA MADRE (Indiferenciada)	PASO MONO (Guayal)	
ALBIANO	EL ABRA (rudistas)	„ „	CHIVAL	
APTIANO	TAMAULIPAS	„ „	„	
NEOCOMIANO	?	Serie Comal	¿No existe?	Petapa
TITONIANO				


VILLAHERMOSA
18°00'
Río Tepetitán
MACUSPANA
E. TABASCO
E. CHIAPAS
JALPA
93°00'
92°00'
Río de Teapa
TACOTALPA
SURESTE
DEL
F. C.
PUENTE DE PIEDRA
SALTO DE AGUA
TEAPA
17°30'
MOMPUYIL
Río Puxcatán
TAPIJULAPA
Río de Tacotalpan
PUXCATAN
92°30'
0 5 10 15 20
KMTS.
PETROLEOS MEXICANOS
SUPERINTENDENCIA DE EXPLORACION
COATZACOALCOS, VER.
REGION DE MACUSPANA, TABASCO
Y
NORTE DE CHIAPAS
G. P. Salas y E. López Ramos.
ESC. 1: 500 000
ENERO DE 1951

SECCION ENTRE LOS CERROS GUAYAL Y AGUA BLANCA

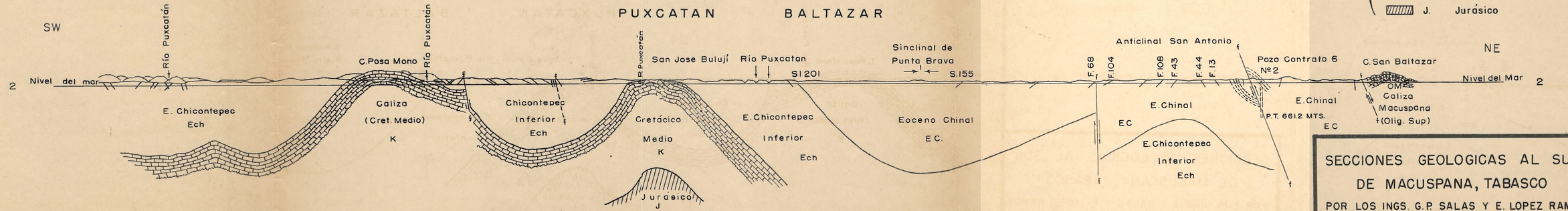


ANTICLINALES LOMAS TRISTES



SECCION TRANSVERSAL

PUXCATAN — BALTAZAR



LEYENDA

SIMBOLOS

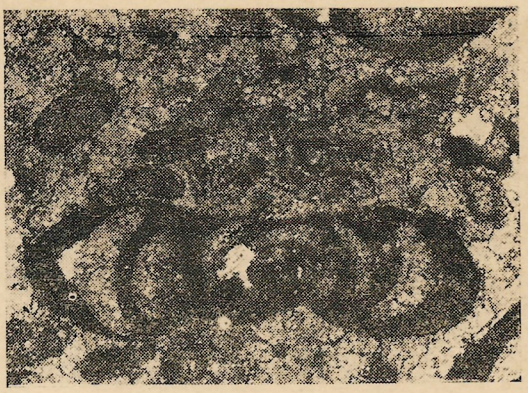
- O M Caliza Macuspana
- O Lutita Misopá
- E.C Lutita Chinal
- Ech. Chicontepec Inf
- K Caliza Sierra Madre
- J. Jurásico

SECCIONES GEOLOGICAS AL SUR DE MACUSPANA, TABASCO

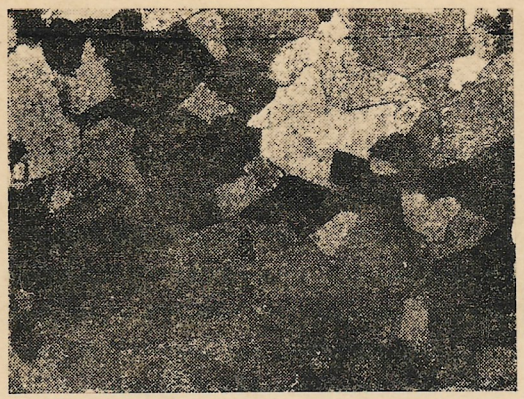
POR LOS INGS. G.P. SALAS Y E. LOPEZ RAMOS

ESCALAS H. Y V. 1:50,000

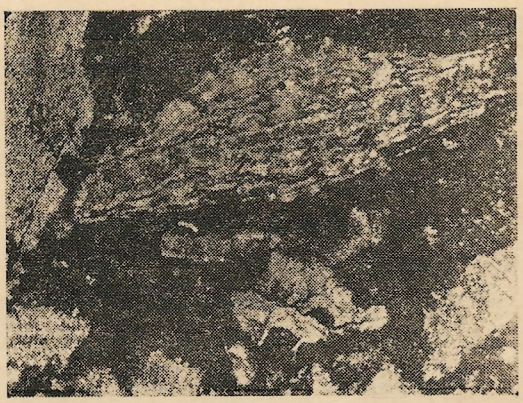
Calco José Padilla



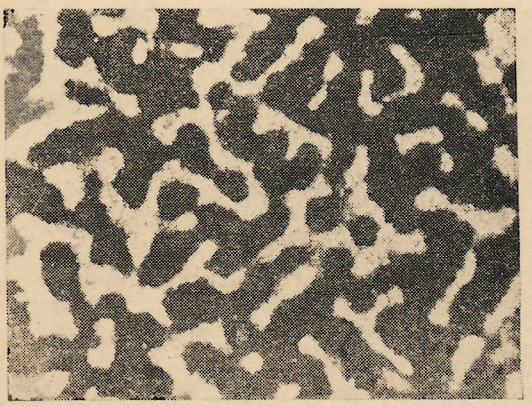
Caliza del Cretácico Medio, con miliólidos, en Poposá, Tabasco, (65 x).



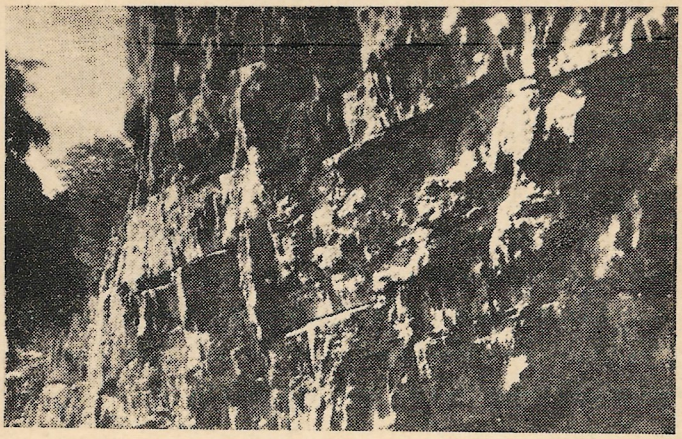
Caliza brechosa del contacto Cretácico-Eoceno, en Lomas Tristes, Tacotalpa, Tabasco, (30 x).



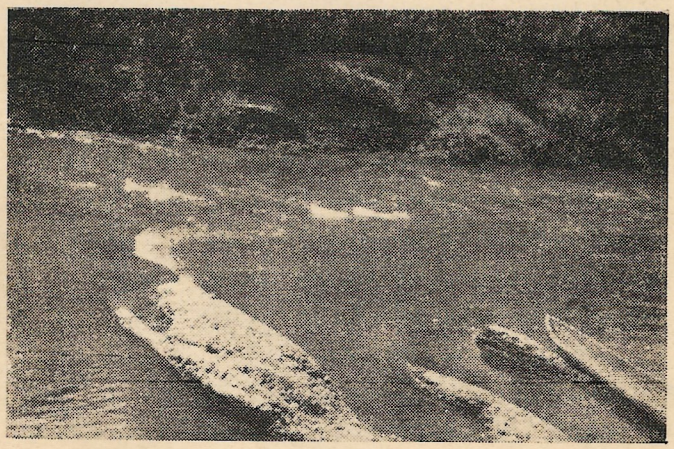
Caliza del Cretácico Medio, con orbitoides, en Cerro de El Guayal, Tacotalpa, Tabasco, (60 x).



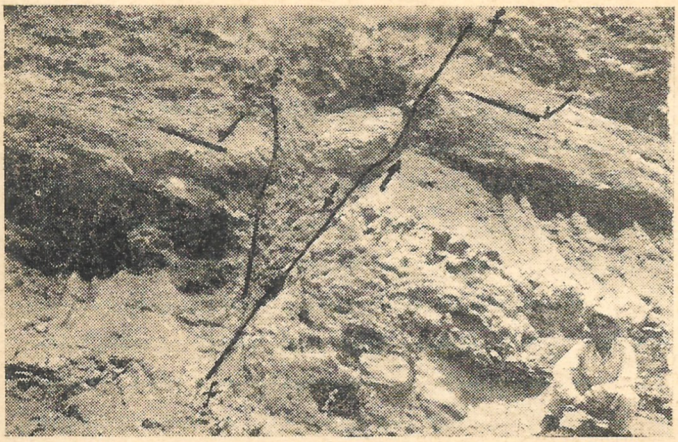
Caliza del Oligoceno, con algas, Cerro de Agua Blanca, Palenque, Chiapas, (30 x).



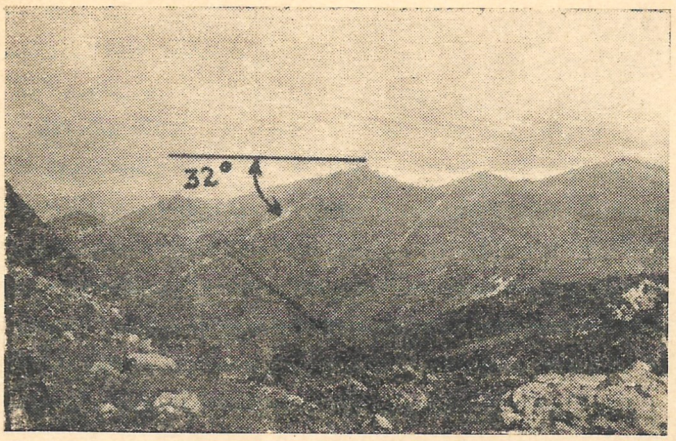
Caliza del Cretácico Superior, en Poaná, Tabasco.



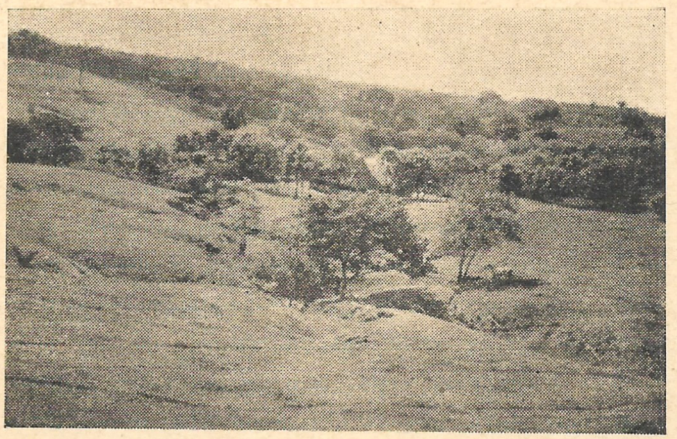
Conglomerado Puente de Piedra, con guijarros fosilíferos impregnados de aceite, en el Río Puxcatán, Tabasco.



Falla de tensión en estratos del Eoceno, San Juan, Chiapas.



Estratos del Eoceno Inferior, con echado visible a distancia, al sur de Simojovel, Chiapas.



Fisiografía del Mioceno Superior, Tabasco.

ESCALA GRAFICA
0 1 2 3 4 5 10 15 Kms.
LEYENDA
RECIENTE — (ALUVION)
PLEISTOCENO — TIERRA COLORADA
PLIOCENO — TRES PUENTES
MIOCENO — BELEM SUPERIOR
BELEM INFERIOR
ENCAJONADO
AMATE SUPERIOR
AMATE INFERIOR
OLIGOCENO — CALIZAS MACUSPANA
LUTITAS MACUSPANA O MIOOPA
EOCENO — CHINAL
CHICONTEPEC INFERIOR
CRETACICO — CALIZAS SIERRA MADRE
NOTA: Parte de la interpretación geológica de la región Salto de Agua esta tomado del trabajo de exploración del Ing. Roberto Gutiérrez Gil.
PETROLEOS MEXICANOS
GERENCIA DE EXPLORACION
GEOLOGIA Y TECTONICA
DE PARTE DEL SUR DE TABASCO
Y NORTE DE CHIAPAS
Por los Ings. G. P. Salas y E. López Ramos
Escala Gráfica
Febrero de 1951